



Diogo Miguel Louro Mendeiro

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Estudo de melhoria numa linha de
enchimento de uma empresa do setor
alimentar**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Víctorovna
Guitiss Navas, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rogério Salema de Araújo Puga Leal, Professor
Auxiliar, FCT-UNL

Vogais: Prof. Doutora Isabel Maria da Silva João, Professora Adjunta, ISEP
Prof. Doutora Professora Doutora Helena Víctorovna Guitiss
Navas, Professora Auxiliar, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro de 2017

Estudo de melhoria numa linha de enchimento de uma empresa do setor alimentar

Copyright © Diogo Miguel Louro Mendeiro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

À professora Doutora Helena Víctorovna Guitiss Navas, pela orientação da presente dissertação, pela sua dedicação, disponibilidade e partilha de conhecimentos durante a sua realização.

A todos os colaboradores da fábrica Font Salem: departamento de enchimento; departamento de produção; departamento de qualidade e equipas de produção da linha 92, e a todos os outros que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação.

Ao Eng.º Michel Silva, chefe de enchimento da Font Salem, pelo apoio e conhecimentos partilhados ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus colegas e amigos que me acompanharam, apoiaram e ajudaram durante o percurso académico. Ao Daniel e ao Jorge pelo que me acompanharam neste estudo na empresa.

Aos meus pais, avós e irmã pelo investimento na minha formação e pelos conselhos e motivação dados no decurso destes anos.

Por último, à minha namorada pelo apoio, motivação e força cedidos ao longo dos anos.

Resumo

A melhoria contínua e a redução de custos são alguns dos objetivos das organizações. Para estes objetivos serem atingidos as empresas recorrem à implementação da filosofia *Lean*. Esta filosofia é apoiada através de várias ferramentas e técnicas.

Para manter as empresas competitivas é necessário incentivar a inovação sistemática. Para isso, e complementando a filosofia *Lean*, a metodologia TRIZ (Teoria de Resolução Inventiva de Problemas) poderá auxiliar na identificação de problemas e na criação de soluções inovadoras. Esta metodologia é apoiada através de diversas ferramentas analíticas.

As empresas do setor alimentar estão sujeitas a competitividade crescente, além das limitações significativas da legislação setorial. Nesta perspetiva, o estudo realizado na empresa Font Salem, que se dedica à distribuição e *copacking* especializado em diferentes tipos de cerveja e numa extensa variedade de refrigerantes, visou melhoria dos processos produtivos da linha de enchimento de garrafas de vidro. Devido à extensa variedade de produtos existentes, torna-se necessário eliminar desperdícios inerentes ao processo produtivo da linha, nomeadamente, a redução de tempos associados a paragens não programadas e às trocas de formato entre produtos, a redução de quebras na linha e o modo de operação e organização nos postos de trabalho a que cada operador está alocado.

No âmbito do estudo foi feita uma análise inicial aos processos, foram identificados problemas e oportunidades de melhoria e desenvolvidas algumas propostas para a sua resolução. Deste modo foram utilizadas ferramentas analíticas da filosofia *Lean*: SMED, 5S, TPM, Normalização do trabalho, Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês, e técnicas da metodologia TRIZ: Matriz de Idealidade e Análise Substância-Campo.

A implementação de metodologias conduziu a uma redução do tempo de troca de formato no posto da enchedora de 17,5% e a uma melhoria na organização e limpeza da linha.

Palavras-chave: *Lean*, TRIZ, Melhoria contínua, Inovação sistemática, Resolução de problemas, desperdício.

Abstract

Continuous improvement and cost reduction are some of the organizations' goals. For these objectives to be achieved, companies use the *Lean* philosophy. This methodology is supported through various tools and techniques.

To keep companies competitive, it is necessary to encourage systematic innovation. To do this, and complementing the *Lean* methodology, the TRIZ (Inventive Problem Solving Theory) methodology can help identifying problems and creating innovative solutions. This methodology is supported by several analytical tools.

Companies in the food sector are subject to increasing competitiveness, in addition to the significant limitations of sectoral legislation. In this perspective, the study carried out at the company Font Salem, dedicated to the distribution and *copacking* specialized in different types of beer and in an extensive variety of soft drinks, aimed at improving the productive processes of the filling line of glass bottles. Due to the wide variety of existing products, it is necessary to eliminate wastes inherent in the production process of the line, namely, the reduction of times associated with unscheduled stops and the changes of format between products, the reduction of line breaks and the operation and organization in the workstations to which each operator is allocated.

In the scope of the study an initial analysis of the processes was made, problems and opportunities for improvement were identified and some proposals were developed for their resolution. In this way, *Lean* philosophy analytical tools were used: SMED, 5S, TPM, Standard work, Ishikawa Diagram and 5 Why's, and techniques of the TRIZ methodology: Ideality Matrix and Substance-Field Analysis.

The implementation of methodologies led to a reduction in the setup time at the filling station of 17.5% and an improvement in the organization and cleaning of the line.

Keywords: *Lean*, TRIZ, Continuous Improvement, Systematic Innovation, Troubleshooting, waste

Índice de Matérias

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e Objetivos	1
1.2. Metodologia do Estudo	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	3
2. Filosofia <i>Lean</i>.....	5
2.1. Origem, definição e princípios da filosofia <i>Lean</i>	5
2.2. Desperdício.....	7
2.3. Benefícios do <i>Lean</i>	8
2.4. Ferramentas do <i>Lean</i>	9
2.4.1. SMED.....	9
2.4.2. Metodologia 5S	11
2.4.3. Normalização do trabalho	12
2.4.4. TPM.....	13
2.4.5. Diagrama de Ishikawa	15
2.4.6. 5 Porquês	16
3. Fundamentos e Instrumentos da Metodologia TRIZ.....	17
3.1. Introdução à Metodologia TRIZ.....	17
3.2. Características do TRIZ	19
3.3. Conceitos Fundamentais do TRIZ.....	20
3.4. Ferramentas e Técnicas da TRIZ.....	25
3.4.1. Matriz de Idealidade.....	25
3.4.2. Análise Substância-Campo.....	26
4. Font Salem	33
4.1. Apresentação e Caracterização da empresa.....	33
4.1.1. Missão, Visão e Valores.....	35
4.2. Linha 92 – Caracterização da linha e do processo	36
5. Identificação de problemas e de oportunidades de melhoria da linha	45
6. Propostas de melhoria.....	53
6.1. Implementação do TPM.....	53
6.2. Normalização das trocas de formato e implementação do SMED	59
6.3. Implementação do 5S	64
6.4. Alteração do controlo de quebras nos autocontrolos.....	78
6.5. Alteração dos autocontrolos das embaladoras.....	79

6.6.	Criação de <i>setups</i> com parâmetros predefinidos	80
6.7.	Criação de rampa nos transportadores e controlo do fecho das cápsulas <i>pull-off</i> .. Erro! Marcador não definido.	
6.8.	Normalização do procedimento dos detetores de metal	83
6.9.	Introdução de OPL's.....	84
6.10.	Implementação de um painel de controlo	88
6.11.	Instalação de um sistema de deteção de cápsulas	95
7.	Conclusões.....	97
7.1.	Propostas para trabalhos futuros.....	98
	Referências Bibliográficas	99
	Anexos	102
	Anexo A – Autocontrolos preenchidos pelos operadores	103
	Anexo B – IT para a troca de formato na enchedora da L92	105
	Anexo C – <i>Checklist</i> de procedimento para a troca de formato na enchedora da L92.....	119
	Anexo D – <i>Checklist</i> de ferramentas e materiais para <i>setup</i> na enchedora da L92.....	120
	Anexo E – IT do rearme do equipamento de deteção de metal na enchedora da L92	121
	Anexo F – Formulário de resolução de problemas.....	124
	Anexo G – Instrução de trabalho de controlo da rotulagem na rotuladora da L92	126

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Princípios Lean.....	6
Figura 2.2 - Os sete tipos de desperdícios existentes	8
Figura 2.3 - Diagrama de Ishikawa	15
Figura 3.1 - Esquema simplificado da Metodologia TRIZ	19
Figura 3.2 - Diagrama Elementar da Análise Substância-Campo (Sistema Completo).....	27
Figura 3.3 - Sistema incompleto	29
Figura 3.4 - Sistema completo insuficiente ou ineficiente	29
Figura 3.5 - Sistema completo com efeito prejudicial.....	29
Figura 3.6 - Solução Geral 1	30
Figura 3.7 - Solução Geral 2	30
Figura 3.8 - Solução Geral 3	31
Figura 3.9 - Solução Geral 4	31
Figura 3.10 - Solução Geral 5	31
Figura 3.11 - Solução Geral 6	32
Figura 3.12 - Solução Geral 7	32
Figura 4.1 - Fábrica Font Salem localizada na cidade de El Puig de Santa Maria.....	33
Figura 4.2 - Fábrica Font Salem localizada na cidade de Salem.....	34
Figura 4.3 - Fábrica Font Salem localizada na cidade de Santarém.....	34
Figura 4.4 - Fluxograma do processo produtivo da linha 92.....	37
Figura 4.5 - Despaletizadora	37
Figura 4.6 - Enxaguadora (<i>Rinser</i>).....	38
Figura 4.7 - Coberturas nos transportadores	38
Figura 4.8 - Enchedora	39
Figura 4.9 - Detetor de metal após a enchedora.....	39
Figura 4.10 - Paletizador	39
Figura 4.11 - Rotuladora e os seus componentes	40
Figura 4.12 - <i>Bypass</i> após a rotuladora	41
Figura 4.13 - Embaladoras	41
Figura 4.14 - Paletizadora	42
Figura 4.15 - Embaladora.....	42
Figura 4.16 - <i>Layout</i> de equipamentos da linha 92	43
Figura 4.17 - Tipos de produtos produzidos e acondicionados na linha 92	44
Figura 5.1 - Exemplo de registo de produção diária	45
Figura 5.2 - Exemplo de <i>V-profile</i>	46

Figura 5.3 - N° de paragens da linha e sua origem	46
Figura 5.4 - Tempos de paragem da linha e sua origem.....	47
Figura 5.5 - Tempo de troca de formato por máquina.....	47
Figura 5.6 - Percentagem de tempo afetado	47
Figura 5.7 - Percentagem de produtividade diária	48
Figura 5.8 - Percentagem de quebras/rejeição diária	48
Figura 6.1 - Sistema Incompleto (Problema 2)	59
Figura 6.2 - Sistema completo após introdução de F (Problema 2)	59
Figura 6.3 - Sistema completo ineficiente (Problema 2).....	60
Figura 6.4 - Diagrama da duração total das tarefas desde o fim de produção da enchedora.....	61
Figura 6.5 - Diagrama da duração total das tarefas após a conversão das operações	62
Figura 6.6 - Diagrama da duração total das tarefas após a paralelização de tarefas	62
Figura 6.7 - Diagrama da duração total das tarefas realizadas por dois operadores.....	63
Figura 6.8 - Sistema completo após introdução de F' (Problema 2).....	64
Figura 6.9 - Sistema completo ineficiente (Problema 3).....	64
Figura 6.10 - Suporte de garrafas de teste sem compartimentos suficientes	65
Figura 6.11 - Suporte de garrafas de teste com compartimentos suficientes	66
Figura 6.12 - Paletes colocadas em locais impróprios	66
Figura 6.13 - Paletes colocadas nos respetivos pés de máquina.....	67
Figura 6.14 - Exemplo de mesas desorganizadas na linha	67
Figura 6.15 - Organização da mesa do posto de trabalho das embaladoras	68
Figura 6.16 - Organização da mesa do posto de trabalho da rotuladora (zona 1)	68
Figura 6.17 - Organização do posto da rotuladora e telefone de linha.....	69
Figura 6.18 - Quadro com informações da linha organizado	70
Figura 6.19 - Exemplo de balde de cola e caldeiro de garrafa de vidro identificados	70
Figura 6.20 - Contentores do lixo identificados	71
Figura 6.21 - Exemplo de posto de limpeza identificado.....	71
Figura 6.22 - Pés de máquina identificados	72
Figura 6.23 - Marcação para elementos da linha e circulação	72
Figura 6.24 - Marcação inexistente	73
Figura 6.25 - Marcação desgastada	73
Figura 6.26 - Grades de cerveja a servirem de escada	74
Figura 6.27 - Introdução de escadote ao invés de grades de cerveja.....	74
Figura 6.28 - Peças de formato desorganizadas	75
Figura 6.29 - Peças de formato em cima de baldes de cola.....	75
Figura 6.30 - Organização das peças de formato	76
Figura 6.31 - Falta de limpeza da linha (zona 1).....	76

Figura 6.32 - Falta de limpeza da linha (zona 2).....	77
Figura 6.33 - Linha limpa (zona 1)	77
Figura 6.34 - Linha limpa (zona 2)	77
Figura 6.35 - Sistema completo após implementação de F' (Problema 3)	78
Figura 6.36 - Sistema completo ineficiente (Problema 4).....	78
Figura 6.37 - Sistema completo após introdução de S8' (Problema 4).....	78
Figura 6.38 - Sistema completo ineficiente (Problema 5).....	79
Figura 6.39 - Alteração aplicada aos autocontrolos	79
Figura 6.40 - Sistema completo após introdução de S10' (Problema 5).....	80
Figura 6.41 - Sistema completo com efeito prejudicial (Problema 6).....	80
Figura 6.42 - Sistema completo após introdução de F1 (Problema 6)	81
Figura 6.43 - Sistema completo com efeito prejudicial (parte 1) (Problema 7)	81
Figura 6.44 - Zona onde foram criadas rampas.....	82
Figura 6.45 - Sistema completo após introdução de F1 (Problema 7)	82
Figura 6.46 - Sistema completo com efeito prejudicial (parte 2) (Problema 7)	82
Figura 6.47 - Registo de controlo visual horário.....	83
Figura 6.48 - Câmara de filmar de deteção de cápsulas mal fechadas	83
Figura 6.49 - Sistema completo após introdução de S17 e S18 (Problema 7)	83
Figura 6.50 - Sistema incompleto (Problema 8).....	84
Figura 6.51 - Sistema completo após introdução de F (Problema 8)	84
Figura 6.52 - Sistema completo ineficiente (Problema 9).....	84
Figura 6.53 - Informações relativas ao laser da RAMA escritas na máquina	85
Figura 6.54 - OPL relativa ao atraso de impressão	86
Figura 6.55 - OPL relativa ao formato 12 - 2x3 - 20cl Cuello Fuera	86
Figura 6.56 - OPL relativa à alteração do cartão do pack na RAMA	87
Figura 6.57 - OPL relativa à temperatura de banhos da pasteurização	87
Figura 6.58 - Sistema completo após introdução de S22'.....	87
Figura 6.59 - Sistema incompleto (Problema 10).....	88
Figura 6.60 - Rótulos sem cola.....	89
Figura 6.61 - Garrafas com mais do que um rótulo.....	89
Figura 6.62 - Rótulos do avesso	90
Figura 6.63 - Representação do passo 2.....	90
Figura 6.64 - OPL relativa à obstrução do rolo de cola e posição dos rótulos	92
Figura 6.65 - Desobstrução do rolo de cola.....	93
Figura 6.66 - Painel de controlo implementado relativo à rotulagem defeituosa.....	94
Figura 6.67 - Sistema completo após introdução de F (Problema 10)	94
Figura 6.68 - Sistema incompleto (Problema 11).....	95

Figura 6.69 - Sistema de detecção de cápsulas	95
Figura 6.70 - Sistema completo após introdução de F (Problema 11)	96

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Simbologia utilizada no Modelo Análise Substância-Campo.....	28
Tabela 6.1 - Matriz de idealidade das embaladoras	53
Tabela 6.2 - Duração das tarefas realizadas na troca de formato	61
Tabela 6.3 - Representação do passo 1	90
Tabela 6.4 - Representação do passo 4	91
Tabela 6.5 - Representação do passo 6	91

Lista de Abreviaturas e Siglas

ARIZ – Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas

CIP – *Clean In Place*

IFS – *International Food Standart*

ITS – Instruções de trabalho

JIT – *Just-In-Time*

OPL – *One Point Lesson*

RFI – Resultado Final Ideal

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SuField - *Substance Field Analysis*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TRIZ – Teoria Inventiva de Resolução de Problemas

WIP – *Work in Progress*

1. Introdução

No presente capítulo é feita uma abordagem inicial ao tema da dissertação “Estudo de melhoria numa linha de enchimento de uma empresa do setor alimentar” apresentando-se, como tal, um enquadramento e objetivos do estudo, a metodologia utilizada do mesmo e a estrutura desta dissertação.

1.1. Enquadramento e Objetivos

Atualmente, é essencial que uma empresa tenha espírito competitivo e inovador, para ser bem sucedida, pois num mundo que se caracteriza pelo aparecimento contínuo de novos produtos, serviços, processos e modas, as empresas para crescerem e serem sustentáveis necessitam de criar vantagens competitivas.

É neste contexto que as empresas têm tendência a seguir estratégias focadas na inovação, melhoria contínua e eliminação de desperdícios. Para apoiar estas estratégias existem metodologias, filosofias e ferramentas que ajudam a atingir os objetivos já ditos, por forma a maximizar os lucros e reduzir o tempo de resposta ao mercado.

A implementação da filosofia *Lean* tem como objetivo a melhoria contínua e a redução de custos focando-se na satisfação dos clientes. Estes objetivos são atingidos através de técnicas e ferramentas que visam a rentabilidade dos recursos disponíveis, eliminação de desperdícios e criação de um fluxo de valor contínuo.

Para conjugar a constante inovação e a filosofia *Lean* foi incorporada a metodologia TRIZ (Teoria de Resolução Inventiva de Problemas). Esta metodologia tem como objetivo a identificação de problemas e a criação de soluções inovadoras para a resolução dos mesmos, através de ferramentas analíticas. Assim, com a utilização conjunta destas duas matérias, as empresas melhoram os seus produtos e processos e eliminam os desperdícios fundamentando a inovação e resolução de contradições.

A dissertação foi realizada na empresa Font Salem pertencente ao grupo DAMM. Esta, é uma empresa de distribuição e *copacking* especializado em diferentes tipos de cerveja e numa extensa variedade refrigerantes com e sem gás. Este segmento de mercado é altamente competitivo, fazendo com que a empresa procure constantemente melhorias nos processos de produção, pois é onde se inserem o maior número de problemas. Esta dissertação está inserida na linha 92, uma

das seis linhas do setor de enchimento da fábrica, onde é feito o enchimento e embalagem de cerveja e refrigerantes em garrafas de vidro. Os principais objetivos da empresa são a melhoria contínua dos processos produtivos da linha 92, por forma a responder às necessidades dos clientes, reduzir os diferentes tempos de paragem, reduzir o número de quebras e aumentar a produtividade.

Inicialmente, através da observação e análise dos processos produtivos da linha, foi possível constatar que existiam problemas na utilização correta das máquinas e resolução de problemas nas mesmas e a mudança de formato também nas máquinas. Estes problemas levam a tempos de paragens elevados e desnecessários. Verificou-se então que estes processos eram possíveis de melhorar, utilizando a filosofia *Lean* e a metodologia TRIZ.

1.2. Metodologia do Estudo

Este estudo visou a melhoria de uma linha de enchimento (linha 92, de garrafas de vidro) na fábrica Font Salem, com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir os tempos de paragens não planeadas, e reduzir as quebras para conseguir responder à procura na sua totalidade e da melhor forma. Para tal, o primeiro passo foi fazer uma análise inicial da linha, analisando os processos inerentes a si.

Esta análise foi feita através de observação direta da linha em questão para recolha de dados e análise das tarefas associadas ao processo de produção da linha 92. Foram analisadas as operações de cada posto de trabalho a nível de produção, resolução de problemas por parte dos operadores, trocas de formato, limpeza e organização.

Com esta análise foi feito um *brainstorming* com o departamento de enchimento, departamento de qualidade e *team leader* da linha 92 por forma a identificar os problemas e oportunidades de melhoria relativos à linha.

De seguida foram elaboradas propostas de melhoria para os problemas identificados. Estas propostas realizaram-se através da implementação de ferramentas analíticas e técnicas da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ. As ferramentas analíticas e técnicas utilizadas durante a realização de estudo foram: SMED; 5S; TPM; Normalização do trabalho, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, Matriz de Idealidade e Análise Substância-Campo. Foram utilizadas estas técnicas pois foram a que se adequaram mais para a resolução dos problemas identificados.

1.3. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em sete capítulos:

1. Introdução
2. Filosofia *Lean*
3. Fundamentos e Instrumentos da Metodologia TRIZ
4. Font Salem
5. Identificação de problemas e de oportunidades de melhoria da linha
6. Propostas de melhoria
7. Conclusões

No primeiro capítulo, **Introdução**, apresenta-se o enquadramento, os objetivos, metodologia utilizada e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, **Filosofia *Lean***, são descritos os fundamentos sobre a filosofia *Lean*, passando pela origem e definição, os seus princípios, desperdícios que reduz e/ou elimina, os benefícios que acarreta e as ferramentas associadas a si. Esta filosofia serviu de apoio a toda a análise feita e soluções propostas.

No terceiro capítulo, **Fundamentos e Instrumentos da Metodologia TRIZ**, são descritos os fundamentos sobre a metodologia TRIZ, passando inicialmente por uma introdução, de seguida, as suas características e conceitos e por fim, as ferramentas e técnicas associadas a si. Esta metodologia serviu de apoio a toda a análise feita e soluções propostas.

No quarto capítulo, **Font Salem**, é feita a apresentação e caracterização da empresa em estudo e do segmento de mercado onde está inserida. É também, neste capítulo, feita a descrição do processo de produção da linha 92 e os produtos produzidos na mesma.

No quinto capítulo, **Identificação de problemas e de oportunidades de melhoria da linha** é feita a análise à linha 92. Nesta análise foram identificados os problemas e oportunidades de melhoria do processo de enchimento e embalamento.

No sexto capítulo, **Propostas de Melhoria**, foram apresentadas as propostas de melhoria e soluções efetuadas na linha utilizando as ferramentas da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ.

No sétimo e último capítulo, **Conclusões**, foram reunidas as considerações finais e são apresentadas propostas para trabalhos futuros.

2. Filosofia *Lean*

Este capítulo tem como objetivo a definição e descrição da origem da filosofia *Lean*. O desenvolvimento deste capítulo passa pela abordagem de conceitos inerentes ao *Lean* e dos seus benefícios.

Também serão abordadas algumas das suas ferramentas analíticas que foram aplicadas ao longo do estudo na resolução de problemas e oportunidades de melhoria encontrados.

2.1. Origem, definição e princípios da filosofia *Lean*

O conceito *Lean* surgiu nos finais dos anos quarenta do século XX, após a 2ª Guerra Mundial, no Japão. Este termo era designado por *Toyota Production System* (TPS) e teve como seu criador Taiichi Ohno (Womack e Jones, 2003).

Os dois pilares do TPS são a Automação, que significa “automação com toque humano” (ou *Jidoka* em japonês), e a produção *Just-In-Time* (JIT). O primeiro pilar corresponde à capacidade dos equipamentos produtivos pararem a produção sempre que ocorrer uma anomalia. O segundo pilar significa produzir apenas o que é necessário, na quantidade necessária e no momento certo (Ohno, 1988).

Os principais objetivos do TPS são a melhoria contínua dos processos e redução de custos através da eliminação do desperdício (Monden, 1998). O conceito de desperdício (*Muda* em japonês) é definido como qualquer atividade que não acrescenta valor ao produto, na perspetiva do cliente (Ohno, 1988).

Assim, *Lean Production*, traduzida como “produção magra”, tem como objetivo reduzir o esforço humano, os defeitos, o espaço fabril, o *stock* e o tempo de conceção de um novo produto. Procurando assim a eliminação de desperdício e a melhoria contínua focando-se na satisfação dos clientes (Womack e Jones, 2003).

A filosofia *Lean* assenta em 5 princípios essenciais interligados entre si, definidos por Womack e Jones, representados pela figura 2.1 (Womack e Jones, 2003).

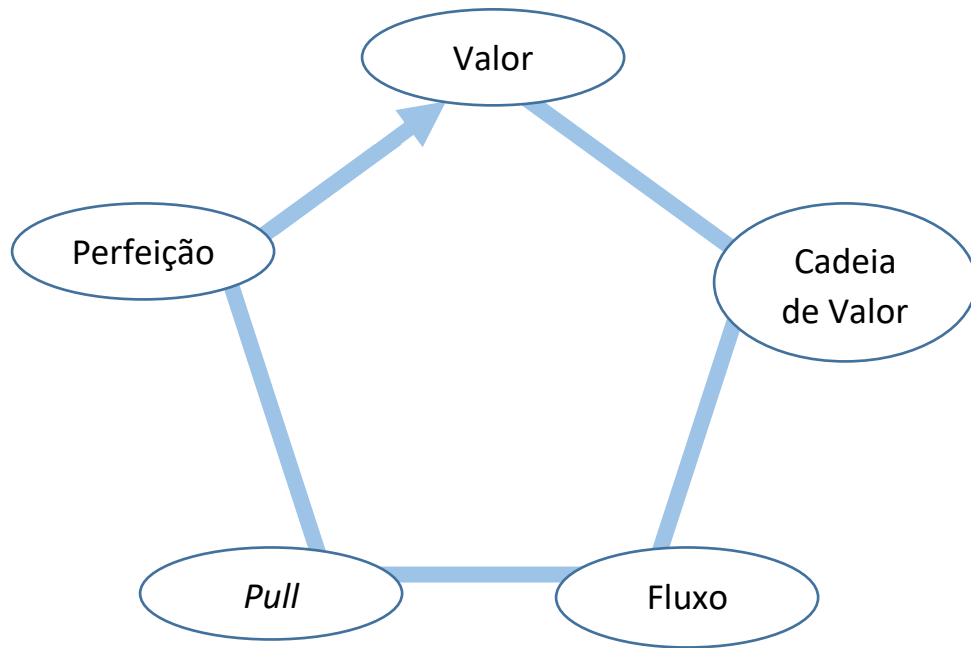


Figura 2.1 - Princípios Lean

- **Valor** – Especificar o valor de um certo produto, focando no valor que o consumidor final lhe atribui. Para isso, as empresas devem identificar as características e funcionalidades desse produto por forma a satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes. Em paralelo, devem também ser considerados requisitos de qualidade, quantidade a produzir, tempo de produção e serviço prestado.
- **Cadeia de Valor** – Definir e analisar o fluxo de valor identificando as atividades necessárias que criam de valor, as atividades não acrescentam valor mas são necessárias e as atividades que não gerem valor e não são necessárias, devendo estas ser eliminadas imediatamente (Werkema, 2006). Esta identificação é feita através de uma análise sequencial das atividades e processos alusivos ao produto em questão.
- **Fluxo** – Posteriormente à definição da cadeia de valor, deve ser estabelecido um fluxo contínuo por forma a produzir apenas o necessário, isto é, produzir um determinado produto de acordo com a necessidade dos clientes (procura), evitando a acumulação de *stock*.
- **Pull** – Permitir que o cliente “puxe” a produção, ao contrário da produção em massa que “empurra” (*push*). Desta forma, o cliente tem controlo sobre a cadeia de valor, produzindo

apenas quando existir uma ordem de produção por parte do mesmo. Assim, é produz-se apenas o necessário eliminando a acumulação de *stock*.

- **Perfeição** – Após a aplicação dos quatro princípios anteriormente descritos, é essencial procurar a perfeição através da melhoria contínua e inovação de tecnologias e produtos. Desta forma, processos de desperdício serão cada vez melhores e existirá uma contínua criação de valor.

Deste modo o *Lean* consiste na especificação de valor de um certo produto e identificação da sua cadeia de Valor. Estabelecer um fluxo contínuo de valor de acordo com a necessidade dos clientes (*pull*), procurando perfeição de todo processo inerente ao produto (Womack e Jones, 2003).

2.2. Desperdício

Desperdício, que em Japonês se traduz por *Muda*, expressa-se por qualquer atividade que não crie valor, consumindo recursos e adicionando custos ao produto (Womack e Jones, 2003). Existem vários tipos de desperdício, entre os quais se destacam os sete mais importantes (Suzaki, 1987).

Defeitos – Este tipo de desperdício advém de erros de processamento na produção, que leva a trabalho adicional e aumento de custos. Assim, os defeitos conduzem a um aumento do *lead time* da produção.

Sobreprodução – Considerado pela Toyota um dos tipos de desperdícios que mais se verifica nas empresas. Este acontece quando ocorre produção não solicitada pelo cliente. Desta forma, a sobreprodução conduz a um aumento dos níveis de *stock* e, conseqüentemente, um aumento dos custos de armazenamento (Found *et al.*, 2008).

Inventário (*Stocks*) – Armazenagem de materiais e de produtos acabados ou semiacabados em excesso, ou seja, não foram requisitados por parte dos clientes. Este armazém condiciona a custos de armazenamento mais elevados e esconde problemas relativos às empresas, como a fraca organização e arrumação, mau planeamento, falhas de comunicação, entre outros.

Excesso de processamento – Resulta de processos que não acrescentam valor ao produto (Melton, 2005). Isto deve-se à falta de comunicação ou mau planeamento nas empresas, existindo desta forma, desperdício de recursos, tempo e custos adicionais no processo de produção.

Movimentos desnecessários – Refere-se à movimentação excessiva de pessoas, informação e documentos. Esta movimentação revela que o *layout* é pouco eficiente, devido ao incorreto posicionamento de matérias, ferramentas e equipamentos. Também a produção excessiva e *stock* elevado são causadores deste tipo de desperdício.

Transporte – deslocações de produtos, pessoas ou informação desnecessárias ou mais do que uma vez, causam tempo desperdiçado no espaço fabril. O *layout*, a organização e arrumação e a comunicação, são as causas do transporte excessivo.

Tempo de espera – quando existe tempo de espera de pessoas, matérias, equipamentos ou informação, não acrescentando valor ao produto. Normalmente estes tempos de espera são devidos a avarias, mudança de ferramentas, falta de recursos e gargalos na produção.

Os sete tipos de desperdícios mais importantes representam-se na figura 2.2.



Figura 2.2 - Os sete tipos de desperdícios existentes

2.3. Benefícios do *Lean*

A implementação do *Lean* resulta em muitos benefícios por parte das empresas. Estes benefícios são (Pinto, 2009; Gershenson *et al.*, 2003):

- Aumento da produtividade;
- Melhoria da qualidade do produto;
- Aumento da satisfação;
- Aumento do desempenho;
- Reduções do *lead time*;
- Redução de inventário;
- Melhor flexibilidade;
- Menor investimento em ferramentas;
- Melhorias na estratégia e no planeamento;
- Melhoria na comunicação;

A implementação do *Lean* também beneficia as empresas competitivamente, devido à redução significativa do *lead time*, do custo para obter qualidade e do inventário e do aumento da produtividade (Bhasin e Burcher, 2006).

Apesar dos benefícios apresentados referentes ao *Lean*, muitas empresas não adotam ou têm dificuldade em adotar devido à cultura de produção em massa que já têm e à resistência à mudança (Melton, 2005).

2.4. Ferramentas do *Lean*

2.4.1. SMED

A metodologia SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) proporciona um conjunto de técnicas que permite executar as operações de *setup* e troca dos equipamentos na quantidade mínima de tempo necessário, levando em consideração o momento em que a última peça de um lote anterior foi produzida em relação à primeira peça produzida pelo lote subsequente (Shingo, 1985).

SMED torna possível responder às flutuações da procura e resulta em reduções de *lead time*, ao mesmo tempo que elimina o desperdício durante a mudança e diminuição do tamanho dos lotes (Shingo, 1985; Womack e Jones, 2003).

Os diferentes motivos para reduzir os tempos de *setup* podem ser classificados em três grupos principais (Goubergen e Landeghem, 2002):

- **Flexibilidade** – devido à grande quantidade e variedade de produtos e devido à redução das quantidades solicitadas pelos clientes, uma empresa deve estar preparada para reagir rapidamente às necessidades dos mesmos;
- **Estrangulamento da capacidade (Gargalo)** – Especialmente nesses casos, cada minuto perdido é crucial. É, então, imperativo que as configurações sejam minimizadas para maximizar a capacidade de produção disponível;
- **Minimização de custos** – Os custos de produção estão diretamente relacionados ao desempenho dos equipamentos. Com a redução do tempo de *setup*, as máquinas param durante menos tempo, reduzindo assim custos de produção.

As operações de *setup* estão divididas em dois grupos: operações internas - nomeadamente a troca de formato ou a montagem do equipamento, que devem ser realizadas com a máquina parada; e as operações externas - realizadas com a máquina em funcionamento, como é o caso da preparação de ferramentas. O que se pretende com o SMED é tentar separar as operações internas das operações externas.

A técnica SMED deve ser implementada através das seguintes fases (Shingo, 1985):

1. **Observar e perceber o procedimento da troca de formato** – Nesta primeira fase não existe distinção entre as operações de *setup* internas e externas e, consequentemente, as máquinas permanecem inativas por longos períodos de tempo pois as operações externas geralmente são realizadas enquanto a máquina está parada. Assim, é realizada observação detalhada do procedimento a fim de compreender como este é feito e saber o tempo que leva a ser realizado.
2. **Identificar e separar as operações internas das externas** – Após a observação e análise do procedimento serão então identificadas e separadas as operações internas das externas. Fica, deste modo, claro que o tempo de *setup* não pode ser inferior ao tempo de *setup* das operações internas, e não deve ser mais do que a configuração interna. Portanto, deve-se ter em atenção a execução de todas as operações externas enquanto a máquina estiver em funcionamento (antes ou depois da troca). Normalmente, esta ação reduz 30% a 50% do tempo de *setup*.
3. **Converter operações internas em externas** – Nesta fase o objetivo é converter o máximo de operações internas em externas. É importante voltar a analisar atentamente

todas as operações internas, a fim de avaliar se elas foram erradamente assumidas como internas e convertê-las para externas.

4. **Otimizar as operações internas e externas** – Esta fase procura a melhoria sistemática de cada operação interna e externa, desenvolvendo soluções para realizar as diferentes atividades de forma mais fácil, rápida e segura, reduzindo assim o tempo de *setup*.

2.4.2. Metodologia 5S

A ferramenta 5S serve para gerir e organizar o local de trabalho por forma a aumentar o nível de produtividade. O objetivo do 5S é criar um ambiente limpo e ordenado. Muitas empresas começam sua transformação *Lean* com 5S porque ajuda a identificar os desperdícios mais visíveis e também ajuda a estabelecer a estrutura e a disciplina necessárias para prosseguir com êxito com outras iniciativas de melhoria contínua (PAC, 2017).

O 5S resulta do acrónimo de cinco termos japoneses descritos abaixo (Found *et al.*, 2008):

- **Seiri – Eliminar** – Analisar a área de trabalho e classificar o que é relevante e supérfluo e manter somente o necessário para a execução das atividades destinadas ao posto em questão. Esta etapa começa no posto de trabalho de cada colaborador e expande-se para todas as instalações físicas da empresa. Pode chegar, inclusive, às políticas e aos procedimentos da organização.
- **Seiton – Organizar** – Depois de eliminar o que é desnecessário, tem de se organizar os materiais necessários. O material deve ter um espaço próprio, estar num local de fácil identificação visual e estar próximo do local da sua utilização.
- **Seiso – Limpar** – Limpar, manter limpo e prevenir sujidade não só o local de trabalho, como também a sua envolvente. Desta forma o local irá possuir um melhor aspeto visual, melhor atmosfera ambiental e segurança para os colaboradores.
- **Seiketsu – Normalizar** – adoção dos 3S iniciais como práticas habituais da empresa. Para tal, é necessário definir os padrões, regras e procedimentos para que os primeiros 3S ocorram de forma constante na empresa.

- **Shitsuke – Autodisciplina** – É a fase em que os 4S anteriores se tornam uma disciplina e uma cultura da organização. Nesta fase, os colaboradores praticam os 4S iniciais de forma automática, através da criação de bons hábitos. Desta forma, estes hábitos passam a fazer parte da rotina da empresa e dos funcionários, por forma a respeitar a organização e limpeza definidas.

Os benefícios da aplicação da ferramenta 5S são (PAC, 2017):

- Reduzir as atividades que não acrescentam valor;
- Reduzir erros dos colaboradores da empresa;
- Reduzir o tempo de orientação e formação dos colaboradores;
- Reduzir o tempo de procura para percorrer a instalação e localizar ferramentas, peças e materiais;
- Reduzir as peças armazenadas em *stock* e os custos associados ao mesmo;
- Reduzir o movimento humano desnecessário e o transporte de mercadorias;
- Melhorar a utilização do espaço;
- Melhorar a segurança e a moral dos funcionários;
- Melhorar a qualidade do produto;
- Prolongar a vida dos equipamentos através de limpeza e inspeções mais frequentes;

2.4.3. Normalização do trabalho

A normalização do trabalho permite que um processo seja analisado quanto às etapas, pontos-chave e razões para os pontos-chave. No entanto, para começar a padronização, é necessário classificar seu processo de acordo com a variedade de tarefas e análise de tarefas, para normalizar as atividades que são típicas e tentar transformar as atividades atípicas em atividades normalizadas também (Bicheno, 2000).

A inexistência de normalização do trabalho pode conduzir a uma variabilidade significativa e uma maior complexidade das atividades alusivas aos processos praticados. A presença destas adversidades leva a repetição de tarefas já realizadas, maior número de defeitos e erros por parte dos operadores, reduzindo, assim, a qualidade dos produtos e segurança dos colaboradores (Kim *et al.*, 2007). Normalização do trabalho significa estabelecer procedimentos precisos para o trabalho de cada operador, com base em três elementos (Lean Enterprise Institute, 2003):

- **Takt Time** – O *takt time* é a frequência com que um produto deve ser concluído para atender às expectativas dos clientes. É calculado usando a procura do cliente e o tempo disponível. *Takt time* ajusta o ritmo do trabalho normalizado (Rother e Harris, 2002);
- **Sequência de trabalho** – Sequência de trabalho é a ordem específica que um operador executa as etapas manuais do processo. A sequência de trabalho pode ser diferente da sequência do processo. Concentrar-se na sequência identifica o desperdício e estabiliza o processo (Monden, 1998);
- **Inventário de WIP (*work-in-process*)** – O WIP é a quantidade mínima de inventário na linha que permitirá ao operador fluir eficientemente o produto (Ohno, 1988).

A normalização do trabalho é considerada fundamental, pois através da sua implementação, são definidas as atividades que acrescentam valor ao produto e maximizam o desempenho da sequência de tarefas (Spear e Bowen, 1999).

2.4.4. TPM

Total Productive Maintenance (TPM) tem sido implementada de uma forma crescente desde o 1971. É uma metodologia de gestão de manutenção proposta por Seiichi Nakajima. A TPM tem como objetivo maximizar a eficiência do equipamento durante o seu período de vida e, simultaneamente, melhorar a sua longevidade (Nakajima, 1988).

Existem cinco atividades essenciais para ter sucesso na implementação da TPM (Nakajima, 1988):

- Melhorar a eficiência e eficácia do equipamento através da eliminação das seis grandes perdas: Avarias devidas a falha do equipamento, preparação e ajustes nas mudanças de produção (*setup*), paragens curtas e tempos em vazio, velocidade reduzida, defeitos de qualidade que requerem reparação, menor rendimento dos equipamentos entre o início de produção e a produção estável (velocidade de cruzeiro);
- Criar um programa de manutenção autónoma;
- Estabelecer um programa de manutenção;
- Formar e treinar os elementos da equipa de manutenção e produção;
- Estabelecer um plano inicial de gestão dos equipamentos.

A TPM assenta em oito pilares (Rodrigues e Hatakeyama, 2006):

1º Pilar – Manutenção autónoma – Este pilar tem por base a ferramenta 5S, onde os operadores praticam as atividades de manutenção e limpeza dos equipamentos em que operam (Venkatesh, 2007).

2º Pilar – Manutenção planeada – Manter os equipamentos livres de falhas, isto é, antecipar problemas e adotar medidas de manutenção em equipamentos e instalações por forma a não existirem mais interrupções não planeadas (Venkatesh, 2007).

3º Pilar – Melhorias específicas – Tem por base a melhoria contínua por forma a eliminar as seis grandes perdas. Deste modo não existirão falhas equipamentos, e a eficiência dos mesmos aumenta (Venkatesh, 2007).

4º Pilar – Educação e Formação – Este pilar tem como objetivo desenvolver novas habilidades e conhecimentos para o pessoal da manutenção e da produção, por forma a serem multicompetentes e eliminar as ineficiências dos equipamentos (Venkatesh, 2007).

5º Pilar – Controlo inicial – Planeamento e desenvolvimento de atividades de melhoria em máquinas novas ou na remodelação de equipamentos, o que resultará em máquinas livres de falhas (Venkatesh, 2007).

6º Pilar – Manutenção de Qualidade – Engloba atividades de manutenção para definir condições do equipamento que excluam defeitos de qualidade. Assim, é garantida a qualidade final dos produtos (Venkatesh, 2007).

7º Pilar – Áreas administrativas – É essencial que todas as atividades organizacionais sejam eficientes, para tal é fundamental que haja condições para implementar a TPM nas empresas (Venkatesh, 2007).

8º Pilar – Segurança, Higiene e Meio Ambiente – Garantir a preservação da saúde e bem estar dos funcionários e do meio ambiente através de locais de trabalho limpos ergonómicos e seguros (Venkatesh, 2007).

2.4.5. Diagrama de Ishikawa

Na década de 1950, o professor japonês Kauro Ishikawa foi a primeira pessoa a descrever a causa de um problema usando um diagrama visual, geralmente conhecido como o diagrama espinha de peixe, denominado por ser semelhante à uma espinha dorsal de um peixe. Desde então, tornou-se uma ferramenta de diagnóstico chave para analisar e ilustrar problemas dentro da análise de causa raiz (Galley, 2012).

A análise do diagrama de Ishikawa começa com um problema e a espinha de peixe fornece um modelo para separar e categorizar as causas. Este método permite que os problemas sejam analisados e, se for utilizado com os colaboradores da empresa, dá a todos uma visão do problema para que as soluções possam ser desenvolvidas de forma conjunta (NHSIII, 2008). As empresas em que os colaboradores são encorajados a avaliar práticas, riscos e erros quando ocorrem, tendem a ter uma cultura onde a análise da causa raiz ou o diagrama de Ishikawa são usados. Ajudando, deste modo, a compreender verdadeiramente a causa de um problema e a esclarecer os problemas (Esmail, 2011).

Normalmente existem seis causas principais, caso os problemas sejam de natureza industrial, mas o número pode ser alterado dependendo do problema (NHSIII, 2008). Estas causas são designadas pelos 6M's: Máquinas (*Machines*), Métodos (*Methods*), Materiais (*Materials*), Medição (*Measurements*), Meio Ambiente (*Mother Nature*); Mão-de-obra (*Manpower*). A figura 2.3 esquematiza o diagrama de Ishikawa.

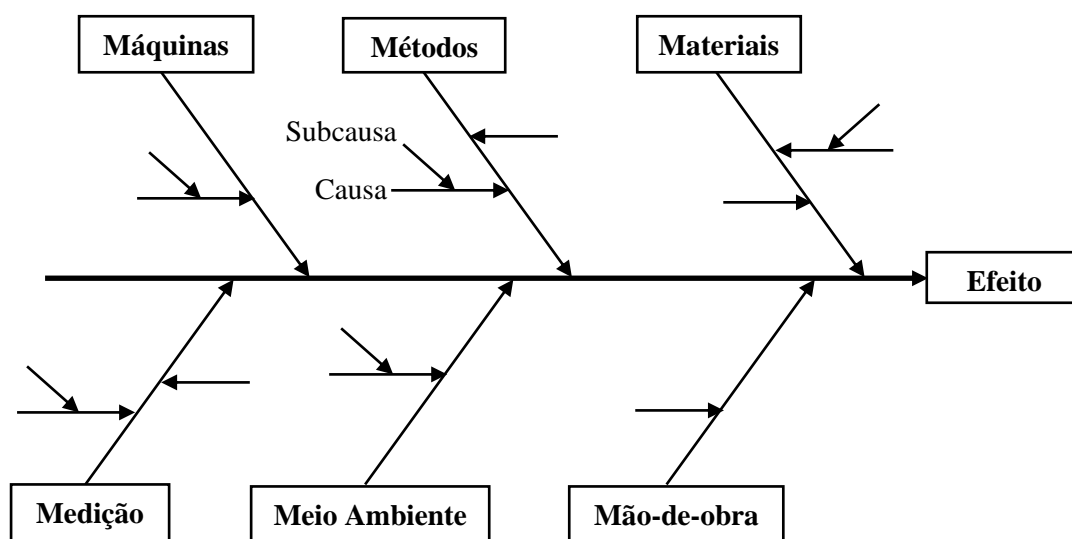


Figura 2.3 - Diagrama de Ishikawa (adaptado de Ishikawa, 1988)

2.4.6. 5 Porquês

O método “5 Porquês” ajuda a determinar os relacionamentos causa-efeito num problema ou um evento de falha. Pode ser usado sempre que a verdadeira causa de um problema ou situação não é clara. Usar o “5 Porquês” é uma maneira simples de tentar resolver um determinado problema sem uma extensa investigação que requer muitos recursos. Quando os problemas envolvem fatores humanos, este método é menos stressante para os participantes. É uma das ferramentas de investigação mais simples e é facilmente concluída sem análise estatística. É uma forma simples de análise de causa raiz. Ao perguntar repetidamente "Porquê?" são retiradas camadas de problemas e sintomas que podem levar à causa raiz. Isto pode levar menos ou mais vezes do que cinco “Porquês” (Sondalini, 2011).

Assim, as etapas do método “5 Porquês” são (Pelletier Consulting, 2014):

1. Anotar o problema específico. Escrever o problema ajuda a formalizá-lo e a descrevê-lo completamente.
2. Perguntar o porquê de o problema acontecer e escrever a resposta abaixo do problema.
3. Se a resposta não identificar a causa raiz do problema escrito na primeira etapa, perguntar novamente porquê e escrever essa resposta.
4. Voltar para a terceira etapa até a equipa concordar que a causa raiz dos problemas foi identificada.

3. Fundamentos e Instrumentos da Metodologia TRIZ

O presente capítulo contém os fundamentos da metodologia TRIZ, aplicados neste estudo. Após a sua introdução serão abordadas as características e conceitos para a sua aplicação e algumas das suas ferramentas e técnicas utilizadas.

3.1. Introdução à Metodologia TRIZ

A Teoria da Solução de Problemas Inventiva, mais conhecida pelo acrônimo TRIZ (*Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*), foi desenvolvida na ex-URSS por Genrich S. Altshuller, em 1946 (Altshuller, 1995).

Através da análise de mais de um milhão e meio de patentes, Altshuller constatou que a maioria destas patentes era proveniente da utilização de apenas alguns princípios de inovação e que apenas uma pequena parte correspondia a algo feito de origem ou, de certa forma, uma invenção (Navas, 2013a).

Altshuller definiu, também, princípios, ferramentas e a teoria TRIZ após constatar que os sistemas evoluem segundo certos padrões e não de forma irregular. Descobriu ainda que mais de 90% dos problemas que os engenheiros enfrentavam já tinham sido previamente solucionados noutra área, averiguando assim que muitas das soluções derivam do conhecimento já obtido na empresa, indústria ou noutra indústria (InnoSkills, 2009).

Com isto, Altshuller sistematizou as soluções dividindo-as em cinco níveis (Navas, 2014a):

- **Nível 1:** Soluções de rotina utilizando métodos bem conhecidos na respetiva área da especialidade. Este nível não é muito inovador. Esta categoria constitui cerca de 30% da totalidade.
- **Nível 2:** Pequenas correções em sistemas existentes recorrendo a métodos conhecidos na indústria. Esta categoria constitui cerca de 45% da totalidade.
- **Nível 3:** Melhorias importantes que resolvem contradições em sistemas típicos de um dado ramo da indústria. Esta categoria constitui cerca de 20% da totalidade. É onde aparecem soluções criativas de projeto.

- **Nível 4:** Soluções baseadas na aplicação de novos princípios científicos. Os problemas são solucionados através da substituição da tecnologia original por uma nova tecnologia. Esta categoria constitui cerca de 4% do total.
- **Nível 5:** Soluções inovadoras baseadas em descobertas científicas não anteriormente exploradas. Esta categoria constitui menos de 1% da totalidade.

Através desta categorização pode-se então constatar que 95% das patentes analisadas foram baseadas em soluções de nível 1, 2 e 3, ou seja, soluções já criadas. O TRIZ tem como objetivo ajudar na elaboração de soluções dos níveis 3 e 4 (cerca de 25% totalidade), onde a simples aplicação de técnicas de engenharia não produz resultados significativos.

No TRIZ, os problemas estão divididos em problemas locais e globais. O problema é considerado local quando pode ser atenuado ou eliminado modificando um subsistema, mantendo o restante inalterado. O problema é considerado global quando só pode ser resolvido pelo desenvolvimento de um novo sistema baseado num princípio de funcionamento diferente (Altshuller, 1995).

O TRIZ é baseado no conhecimento de três grandes grupos (Savransky, 2000):

- Ciências que estudam a Natureza (Física, Química, Biologia, entre outros.);
- Ciências que estudam o comportamento humano e a sociedade (Psicologia, Economia, Sociologia);
- Ciências que estudam objetos artificiais (Engenharia Mecânica, Aerodinâmica, Design, Arquitetura).

O conhecimento destes três grandes grupos confere ao TRIZ a capacidade de análise superior a um tipo de abordagem diferente. Normalmente, o processo de resolução de problemas do TRIZ é definir um problema específico, formalizá-lo, identificar as contradições, encontrar exemplos de como os outros resolveram a contradição ou utilizaram os princípios e, finalmente, aplicar essas soluções gerais ao problema específico (vd. Figura 3.1).

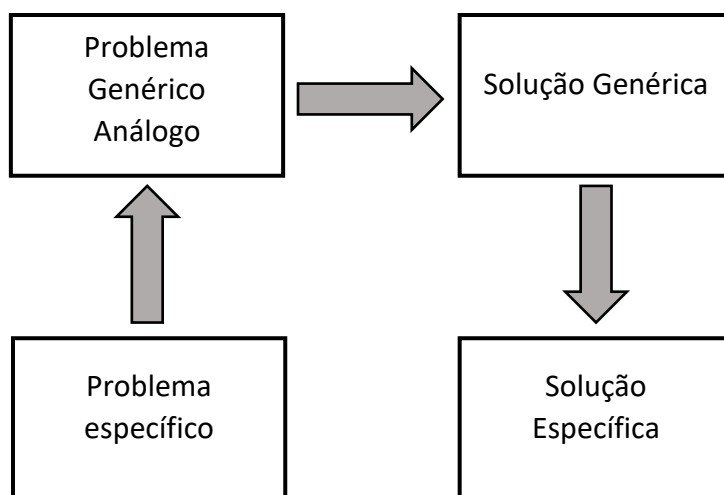


Figura 3.1 - Esquema simplificado da Metodologia TRIZ (adaptado de Fey e Rivin, 1997)

É importante identificar e compreender, o mais rápido possível, a contradição causadora do problema. O TRIZ pode ajudar a identificar contradições e a formalizar problemas a serem resolvidos. A identificação e formalização dos problemas é uma das tarefas mais importantes e difíceis, com inúmeros impedimentos.

3.2. Características do TRIZ

O TRIZ é caracterizado por ser uma metodologia sistemática de resolução de problemas inventiva, baseada no conhecimento e orientada para o ser humano, isto é (Savransky, 2000):

Baseada no **conhecimento**:

- O conhecimento sobre as heurísticas de resolução de problemas genéricos é extraído de um grande número de patentes em todo o mundo, em diferentes áreas da engenharia;
- Usa conhecimentos de efeitos das ciências naturais e da engenharia. Este grande armazém de informações é resumido e reorganizado para uso eficiente durante a resolução de problemas;
- Utiliza conhecimento sobre o domínio onde o problema ocorre. Este conhecimento inclui informações sobre a técnica em si, bem como os sistemas e processos semelhantes ou opostos, ambiente da técnica e a sua evolução ou desenvolvimento.

Orientada para o **ser humano**:

- As heurísticas são orientadas para uso humano, e não para uso computacional. Para a maioria problemas que ocorrem de forma repetitiva é razoável utilizar computadores, no entanto, muitos problemas ocorrem apenas uma vez, e para estes torna-se mais eficaz utilizar o cérebro humano.

Sistemática, tendo dois significados:

- Os modelos genéricos e detalhados de sistemas e processos artificiais são considerados no âmbito da análise especial do TRIZ e o conhecimento sistemático sobre esses sistemas e processos é importante;
- Os procedimentos para a resolução de problemas e as heurísticas são sistematicamente estruturados para fornecer uma aplicação efetiva de soluções conhecidas a novos problemas.

Resolução de problemas inventiva:

- Muitas vezes a etapa desconhecida aparece devido a requisitos contraditórios para o sistema;
- Muitas vezes a situação desconhecida desejada pode ser substituída temporariamente por uma solução ideal imaginária;
- Normalmente a solução ideal pode ser obtida devido a recursos do próprio ambiente ou pela técnica em si;
- Normalmente a solução ideal pode ser projetada a partir de tendências conhecidas de evolução da técnica.

3.3. Conceitos Fundamentais do TRIZ

Contradições

As contradições ocorrem quando se tenta melhorar um parâmetro ou característica de um sistema e se afeta negativamente outras características ou parâmetros do sistema (Savransky, 2000). A metodologia TRIZ tem como objetivo a resolução das contradições por via de modificação de sistemas para evitar a deterioração de qualquer característica em caso de melhoria de outras

características (Navas, 2014b). Assim, através da resolução das contradições, os problemas conseguem ser ultrapassados. Altshuller distingue três tipos de contradições: administrativas, técnicas e físicas (Savransky, 2000):

- **Contradição administrativa** – é uma contradição entre as necessidades e as capacidades. Algo é necessário para obter algum resultado, para evitar o fenômeno indesejável, mas não se sabe como alcançar o resultado. Por exemplo a necessidade de aumentar a qualidade da produção e diminuir o custo das matérias-primas. A solução deste problema requer situação inventiva. A própria contradição administrativa é provisória, não tem valor heurístico e não mostra uma direção para a resposta;
- **Contradição técnica** – verifica-se quando se pretende melhorar certas propriedades ou funções de um sistema, provocando efeitos negativos noutros atributos do mesmo sistema. Este tipo de contradição ocorre se: - criar ou intensificar a função útil num subsistema cria uma nova função prejudicial ou intensifica uma função prejudicial existente noutro subsistema; - eliminar ou reduzir a função prejudicial num subsistema deteriora a função útil noutro subsistema; - intensificar a função útil ou reduzir a função prejudicial num subsistema causa o embaraço inaceitável de outros subsistemas;
- **Contradição física** – verifica-se quando dois requisitos físicos opostos são exigidos por um elemento de um sistema. Este tipo de contradição ocorre se: - intensificar a função útil num subsistema intensifica simultaneamente a função prejudicial existente no mesmo subsistema; - reduzir a função prejudicial num subsistema reduz simultaneamente a função útil no mesmo subsistem.

Recursos

Depois de identificado o sistema técnico e definidas as suas contradições, devem ser avaliados os recursos que estão disponíveis para superar estas contradições. Um recurso é tudo o que possa ser utilizado para resolver um problema e melhorar o sistema sem a necessidade de grandes despesas. Os recursos de um sistema existente e os seus elementos desempenham um papel importante na obtenção de soluções mais eficientes (Navas, 2014c).

Os recursos podem ser agrupados de acordo com as seguintes descrições (Savransky, 2000):

- **Recursos naturais ou ambientais** – Qualquer material ou campo que exista na natureza;

- **Recursos temporais** – Intervalos de tempo antes do início, após o final, e entre ciclos de um processo tecnológico, que são parcialmente ou completamente inutilizados;
- **Recursos espaciais** – Posições, locais e ordem dos subsistemas e a técnica em si;
- **Recursos do sistema** – Novas propriedades técnicas úteis ou novas funções obtidas ao mudar as conexões entre subsistemas ou quando se juntam técnicas independentes num novo supersistema.
- **Recursos de substâncias** – Qualquer material que componha ou produza a técnica e o seu ambiente.
- **Recursos energéticos / de campo** – Qualquer campo ou fluxo de energia existente ou produzido na técnica e o seu ambiente ou que possa substituir subsistemas.
- **Recursos de informação** – Quaisquer sinais que existam ou possam ser produzidos na técnica.
- **Recursos funcionais** – A capacidade de uma técnica ou do seu ambiente executarem funções secundárias e auxiliares: aplicação de funções neutras existentes e/ou funções prejudiciais.

Altshuller também agrupou os recursos nas seguintes categorias (Navas, 2014c):

Baseados na **acessibilidade**:

- internos (limitados aos elementos principais do sistema);
- externos (incluindo recursos do meio ambiente em geral e os específicos para um dado sistema);
- recursos do supersistema ou outros recursos de baixo custo acessíveis (incluindo desperdícios).

Baseados na **prontidão para a utilização**:

- recursos prontamente disponíveis;

- derivados (recursos modificados facilmente disponíveis).

Os ganhos de eficiência na utilização dos recursos normalmente resultam de melhorias de processos. Assim, as iniciativas esporádicas de inovação devem evoluir para as atividades planeadas e programadas de forma contínua. A inovação deve tornar-se sistemática.

Idealidade

A idealidade é o objetivo que faz com que as empresas melhorem todos os sistemas técnicos e organizacionais, tornando-os mais rápidos, melhores e com menores custos. À medida que se aumente o número de funções úteis e/ou se reduzam as funções prejudiciais, o sistema aproxima-se cada vez mais da idealidade (Navas, 2014d; Altshuller, 2007). A idealidade é um método de avaliar o quão perto um sistema técnico se aproxima de ser o melhor possível, ou seja, a “máquina ideal” (Altshuller *et al.*, 1999). Assim, a idealidade pode ser descrita através da seguinte expressão:

$$\text{Idealidade} = \frac{\text{Nº de Funções Úteis}}{\text{Nº de Funções prejudiciais}} \quad (3.1)$$

Padrões de Evolução

Através da análise das patentes, Altshuller constatou que os sistemas técnicos seguiam determinados padrões de evolução. Com estes padrões de evolução, é possível verificar a tendência dos sistemas e prever a sua evolução, tornando possível o desenvolvimento e criação de novas ferramentas inovadoras (Altshuller, 2007).

Altshuller formulou então oito padrões de evolução (Navas, 2015a; Gadd, 2011):

1. **Aumento de idealidade** – O desenvolvimento de todos os sistemas que visa o aumento de idealidade através da fiabilidade crescente, simplicidade e eficácia com menores custos em menor espaço e menor gasto de energia. Aumento das funções úteis e/ou diminuição das funções prejudiciais.
2. **Ciclo de vida** – O ciclo de vida de um produto contém as seguintes fases (Navas, 2015b):
 - Fase de introdução no mercado;

- Fase de crescimento;
- Fase de maturidade;
- Fase de saturação e declínio

Os produtos na fase inicial muitas das vezes não precisam de análises sofisticadas de desempenho, de nível de inventividade, ou de rentabilidade para mostrar que eles são “crianças”. Os produtos na fase de maturidade são mais difíceis de classificar. As decisões estratégicas relacionadas com produtos maduros são difíceis de tomar.

- 3. Diminuição da intervenção humana** – O aumento da idealidade leva a um sistema completamente automático.
- 4. Desenvolvimento desigual dos elementos do sistema** – O desenvolvimento dos elementos de um sistema geralmente não ocorre uniformemente. Uma maior complexidade de sistemas pode implicar maior heterogeneidade do desenvolvimento dos seus elementos e subsistemas. Cada elemento tem a sua própria evolução.
- 5. Simplicidade – Complexidade – Simplicidade** – Quando a complexidade aumenta nos sistemas, em seguida, opera-se no sentido da sua simplificação. Quando aos sistemas se adicionam funções, a tendência é um aumento da complexidade, mas ao longo do tempo os sistemas acabam por se tornar mais simples.
- 6. Harmonização do ritmo das partes do sistema** – Uma condição indispensável do rendimento total adequado de um sistema técnico é a coordenação de ritmos ou cadências de todas as partes do sistema. Tornando-se, os sistemas, mais flexíveis e fáceis de controlar.
- 7. Transição de macro para o nível micro com o uso de campos** – O desenvolvimento de um elemento ativo de um sistema (por exemplo, uma ferramenta) é focado inicialmente no nível macro, passando posteriormente para o nível micro, através do uso de campos. O desenvolvimento de sistemas técnicos segue a direção de aumento do número de sistemas “Substância-Campo” e suas ligações.
- 8. Compatibilidade e incompatibilidade dos elementos** – Os elementos que constituem o sistema devem ser compatíveis ou incompatíveis, para melhorar o desempenho do sistema ou compensar os efeitos indesejados. É a configuração de elementos que, por vezes, pode estender o ciclo de vida de um sistema ou até mesmo criar um novo sistema.

3.4. Ferramentas e Técnicas da TRIZ

Na metodologia TRIZ existem várias ferramentas e técnicas desenvolvidas por Altshuller (Terninko *et al.*, 1998):

- Os 40 Princípios de Invenção e a Matriz de Contradições;
- 76 Soluções-Padrão;
- Matriz de Idealidade;
- Análise Substância-Campo;
- 7 Soluções Gerais;
- ARIZ (Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas).

Nesta dissertação vão ser consideradas as seguintes ferramentas:

- Matriz de Idealidade;
- Análise Substância-Campo.

3.4.1. Matriz de Idealidade

A Matriz de Idealidade inicialmente, através de uma análise, positiva ou negativa, das diferentes interações que ocorrem entre os mesmos requisitos irá ajudar a identificar os requisitos que contribuem benéficamente para o desenvolvimento dos processos em estudo (Navas, 2013b). Como já foi referido no subcapítulo 3.3, a idealidade tem como objetivo melhorar os sistemas técnicos, tornando-os mais eficientes e eficazes com um menor custo associado, e através da expressão 3.1 é possível obter o nível de idealidade (Navas, 2014d).

Nesta expressão as **Funções Úteis** são compostas por:

- funções úteis principais - o propósito para o qual o sistema foi projetado;
- funções secundárias - outras realizações úteis;
- funções auxiliares - funções que apoiam as principais funções úteis, tais como funções corretivas, funções de controlo, funções de alojamento, funções de transporte, entre outras.

As **Funções prejudiciais** são compostas por todos os fatores prejudiciais associados ao sistema, isto é, custos, área ocupada, emissão de ruídos, gastos de energia, recursos necessários para a manutenção do sistema, entre outros.

A expressão afirma que, para expandir a Idealidade de um sistema, deve-se aumentar o número de funções úteis e/ou diminuir o número de funções prejudiciais. Também implica que, para aumentar a Idealidade de uma técnica, deve-se tentar (Savransky, 2000):

- Aumentar o numerador a uma taxa mais rápida do que o denominador;
- Aumentar o numerador adicionando funções ou melhorando o desempenho das funções mais importantes;
- Remover funções desnecessárias para reduzir o denominador;
- Combinar os subsistemas de várias funções num único sistema para diminuir o denominador.

O Resultado Final Ideal (RFI) é a melhor solução possível de um problema dadas as condições em que se encontra, onde a obtenção de uma nova característica benéfica ou a eliminação de uma prejudicial não pode ser acompanhada pela degradação de outras características ou pelo aparecimento de novas características prejudiciais.

O Sistema ideal é um sistema que não existe fisicamente, pois não consome recursos e não tem custos, mas que executa as suas funções na perfeição. É praticamente impossível criar um sistema ideal sendo este então um conceito teórico que serve de incentivo e de guia para a resolução de problemas. A idealidade pode ser utilizada não só para melhorar ou manter os sistemas existentes, como também na criação de novas tecnologias ou sistemas com o objetivo de cumprir funções específicas e aumentar a eficiência dos mesmos (Navas, 2014d).

3.4.2. Análise Substância-Campo

A Análise Substância-Campo, também conhecida por *SuField*, é uma ferramenta útil para identificar problemas num sistema técnico e encontrar soluções inovadoras para esses problemas identificados. Reconhecida como uma das contribuições mais valiosas do TRIZ, a Análise de Campo de Substância é capaz de modelar um sistema numa abordagem gráfica simples, identificar problemas e também oferecer soluções padrão para melhoria de sistema. A Análise Substância-Campo é um instrumento identifica o núcleo de um problema (Navas, 2014e; Savransky, 2000; Mao *et al.*, 2007).

Os modelos da Análise Substância-Campo, criados por Altshuller, fornecem uma descrição rápida e simples de subsistemas e das suas interações numa zona e período de operação através de um modelo bem formulado da técnica em que todos os subsistemas, entradas e saídas são conhecidos ou podem ser facilmente determinados. Esta análise sustenta que um sistema, criado para desempenhar uma dada função, pode ser representado por um triângulo cujos vértices representam “substâncias” e “campos”.

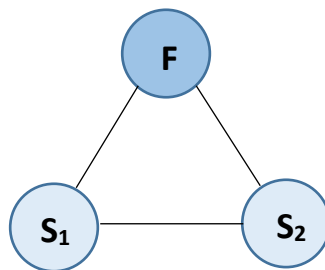


Figura 3.2 - Diagrama Elementar da Análise Substância-Campo (Sistema Completo) (adaptado de Savransky, 2000)

As **substâncias S1 e S2** envolvidas na interação podem ser de natureza:

- Material;
- Ferramenta;
- Componente;
- Pessoa;
- Ambiente.

Em geral, o **campo F** que atua sobre as “substâncias” pode ser:

- Mecânico (Me);
- Térmico (T);
- Químico (Q);
- Elétrico (E);
- Magnético (Ma).











O processo de **construção de modelos** funcionais compreende as seguintes etapas (Altshuller, 1999):

1. Pesquisa de informações disponíveis;

2. Construção do diagrama de substância-campo;
3. Identificação da situação problemática;
4. Escolha de uma solução genérica;
5. Desenvolvimento de uma solução específica para o problema.

Para interpretar o tipo de interação que existe entre substâncias é utilizada a simbologia descrita na tabela 3.1 (Savransky, 2000).

Tabela 3.1 - Simbologia utilizada no Modelo Análise Substância-Campo (adaptado de Savransky, 2000)

Símbolos	Significado
	Conexão (normal)
	Ação ou efeito desejado
	Inatividade
	Ação ou efeito desejado insuficiente
	Ação ou efeito prejudicial
	Quebra de conexão
	Transformação
	Interação
 	Várias ações

Existem quatro modelos básicos da análise substância campo (Terninko, 2000; Navas, 2014e):

1. **Sistema completo** – (vd. Figura 3.2).
2. **Sistema incompleto** – representa a situação em que faltam elementos do triângulo, campo ou substância (vd. Figura 3.3). Para resolver este problema é necessário acrescentar os elementos em falta (campo ou campo e substância), por forma a tornar o sistema completo).



Figura 3.3 - Sistema incompleto

3. **Sistema completo insuficiente ou ineficiente** – Neste caso o sistema está representado pelos elementos necessários, mas o campo “F” não é suficiente (vd. Figura 3.4). Assim, para o sistema se tornar completo é necessário modificar as substâncias, o campo ou acrescentar uma nova substância.

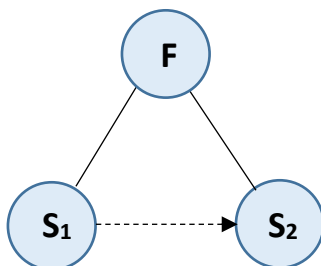


Figura 3.4 - Sistema completo insuficiente ou ineficiente

4. **Sistema completo com efeito prejudicial** – Neste caso o sistema está representado pelos elementos necessários, no entanto a interação entre as substâncias S₁ e S₂ é prejudicial ou indesejada. Consequentemente, o campo F também é prejudicial (vd. Figura 3.5). Para eliminar o efeito prejudicial neste sistema é necessário introduzir um novo campo com uma nova substância.

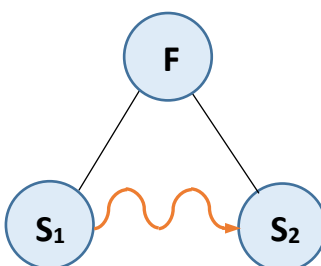


Figura 3.5 - Sistema completo com efeito prejudicial

Perante estas problemáticas comuns da Análise Substância-Campo foram desenvolvidas 76 soluções padrão categorizadas em cinco classes diferentes (Terninko *et al.*, 2000):

- **Classe 1** – Construir ou destruir um campo de substância (13 soluções padrão);
- **Classe 2** – Desenvolver um campo de substância (23 soluções padrão);

- **Classe 3** – Transição de um sistema base para um supersistema ou para um subsistema (6 soluções padrão);
- **Classe 4** – Medir ou detetar qualquer coisa dentro de um sistema técnico (17 soluções padrão);
- **Classe 5** – Introduzir substâncias ou campos em um sistema técnico (17 soluções padrão).

Estas 76 soluções podem ser condensadas e generalizadas em sete soluções padrão (Navas, 2013b).

- **Solução Geral 1 (Sistema incompleto)** – Complementar um modelo Substância-Campo que se encontre incompleto através da introdução de um campo ou de uma substância (vd. Figura 3.6).

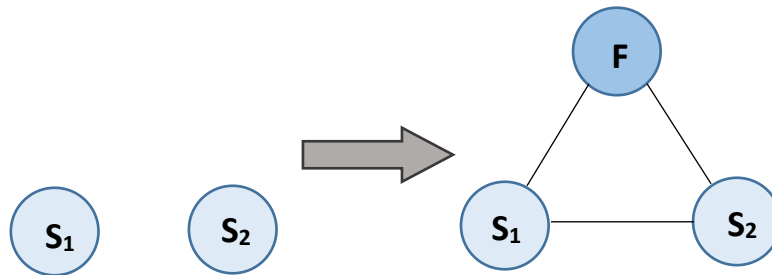


Figura 3.6 - Solução Geral 1

- **Solução Geral 2 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)** – Modificar a substância S2, para eliminar/ reduzir o impacto negativo ou para produzir/melhorar o impacto positivo (vd. Figura 3.7).

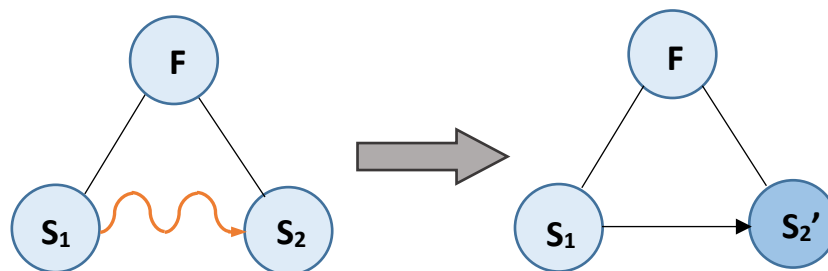


Figura 3.7 - Solução Geral 2

- **Solução Geral 3 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)** – Modificar a substância S1, para eliminar/reduzir o impacto negativo ou para produzir/melhorar o impacto positivo (vd. Figura 3.8).

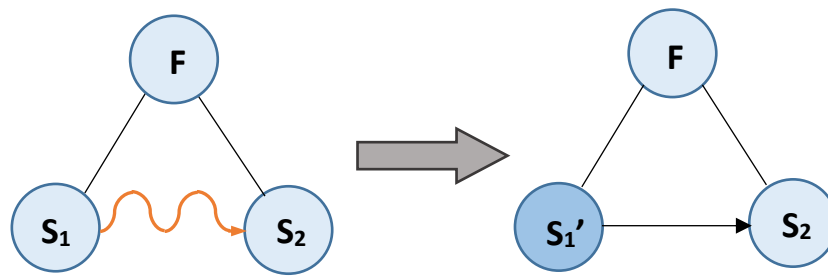


Figura 3.8 - Solução Geral 3

- **Solução Geral 4 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)** – Modificar o campo F para eliminar/reduzir o impacto negativo ou para produzir/ melhorar o impacto positivo (vd. Figura 3.9).

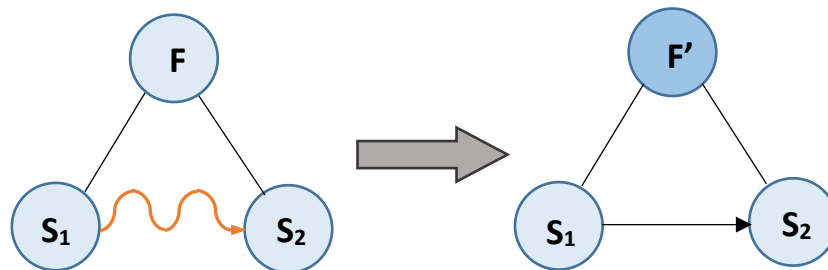


Figura 3.9 - Solução Geral 4

- **Solução Geral 5 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)** – Eliminar, neutralizar ou isolar o impacto negativo, utilizando outro campo F_x que interaja com o sistema (vd. Figura 3.10).

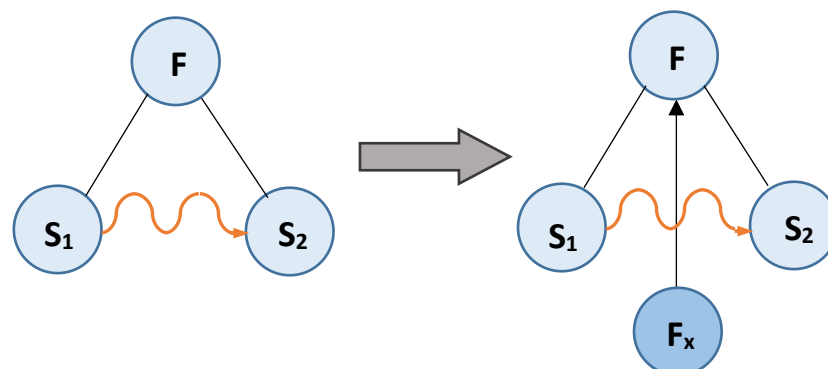


Figura 3.10 - Solução Geral 5

- **Solução Geral 6 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)** – Introduzir um novo campo positivo com o objetivo de melhorar e minimizar o efeito negativo no sistema sem alterar os restantes elementos (vd. Figura 3.11).

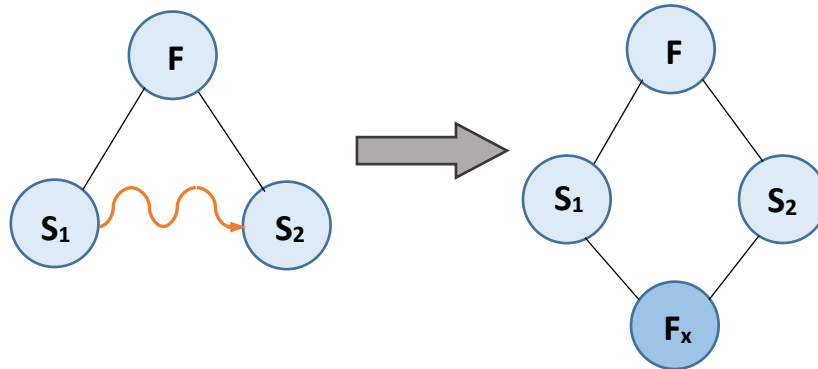


Figura 3.11 - Solução Geral 6

- **Solução Geral 7 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)** – Expandir um modelo Substância-Campo existente para um novo sistema em cadeia (vd. Figura 3.12).

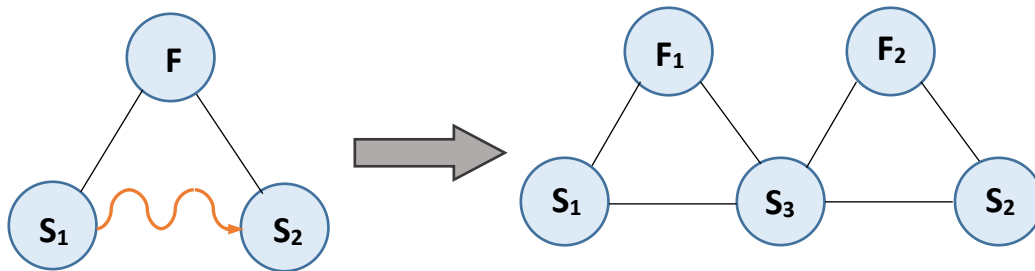


Figura 3.12 - Solução Geral 7

4. Font Salem

O presente capítulo visa a introdução e apresentação da empresa Font Salem, bem como a descrição das instalações e equipamentos da fábrica e análise do processo de fabrico da linha em estudo, a linha 92.

4.1. Apresentação e Caracterização da empresa

A empresa Font Salem é um dos líderes espanhóis em Marcas de distribuição (MDD) e *copacking* especializado em diferentes tipos de cerveja e numa extensa variedade refrigerantes com e sem gás, produzindo para consumo nacional e internacional cerca de 6 milhões de hectolitros. A Font Salem pertence ao Grupo Damm, um dos maiores produtores de cerveja em Espanha, permitindo assim uma melhoria dos recursos e da capacidade de produção, bem como a qualidade do produto e pelo serviço oferecido.

A Font Salem é constituída por três fábricas, duas localizadas em Espanha e uma em Portugal. Uma das fábricas de Espanha situa-se na cidade El Puig de Santa Maria em Valência, que conta com 86.000 m² para produção de cerveja apenas (vd. Figura 4.1).



Figura 4.1 - Fábrica Font Salem localizada na cidade de El Puig de Santa Maria

A outra fábrica de Espanha está situada na cidade de Salem em Valência, onde são produzidos apenas refrigerantes com e sem gás, numa área total de 57.000 m² (vd. Figura 4.2).



Figura 4.2 - Fábrica Font Salem localizada na cidade de Salem

A fábrica de Portugal encontra-se situada em Santarém. Aqui, é feita a produção de cerveja e refrigerantes com e sem gás. Esta fábrica é a maior entre as três, tendo uma área total de 290.725 m² distribuídos em: Receção de matérias-primas, Sala de malte, Brassagem, Fermentação, Guarda, Xaroparia, Enchimento e Armazéns. (vd. Figura 4.3)



Figura 4.3 - Fábrica Font Salem localizada na cidade de Santarém

É nesta última fábrica que foi feito o caso de estudo. Em 2009, a empresa comprou a fábrica de cerveja Cintra aqui localizada. Até ao ano de 2016 esta fábrica duplicou a sua produção e tem como previsão para 2017 duplicar a produção atual. Nesta fábrica produz-se apenas por encomendas por parte dos clientes, apesar de esta produção ser também feita de modo a manter um nível de *stock* adequado. Após a receção das encomendas, estas são analisadas e transmitidas ao planeamento, para este dar ordem de fabrico à produção.

4.1.1. Missão, Visão e Valores

Com o objetivo de melhorar continuamente os processos integrantes da fábrica e os seus produtos, torna-se fundamental a existência de uma política de qualidade, segurança alimentar e ambiente. Como tal, os princípios desta política nesta fábrica são os seguintes:

- Atenção ao cliente mesmo após a venda;
- Qualidade total por parte de todas as pessoas e departamentos da empresa;
- Melhoria contínua;
- Necessidades dos clientes;
- Participação de toda a organização para atingir os objetivos traçados e para resolução de problemas;
- Relações duradouras e estáveis com fornecedores, partilhando a mesma preocupação com a qualidade, segurança alimentar e ambiente;
- Segurança alimentar através do HACCP (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Processo);
- Flexibilidade em relação às encomendas e expectativas dos clientes.
- Ética e responsabilidade;
- Compromisso com a Legislação;
- Otimização dos recursos e processos;
- *Food Defense* (Defesa Alimentar) – é um direito de todos os consumidores em relação à segurança alimentar e à preparação para emergências.

Esta política levou à obtenção da certificação IFS (*International Food Standard*) em todas as fábricas Font Salem. A direção da empresa reconhece o respeito pelo meio ambiente como um princípio básico da sua política de gestão empresarial e uma forma de garantir o seu crescimento sustentável. Assim, existem 6 princípios básicos de ambiente.

1. Cumprir os requisitos legais aplicáveis à empresa.
2. Implementar e manter um sistema de gestão ambiental tendo sempre em vista a melhoria contínua.
3. Minimizar os impactos ambientais negativos e procurar a conservação dos recursos naturais.
4. Prevenir a poluição através da reutilização, reciclagem e redução.
5. Avaliar periodicamente o funcionamento da empresa, de forma a comprovar as melhorias de gestão ambiental introduzidas.

6. Motivar, consciencializar e educar em matéria ambiental, todos os colaboradores da empresa.

A Font Salem tem como objetivo ser cada dia mais eficiente, oferecer melhores produtos e serviços e alcançar os máximos níveis de satisfação dos clientes. É por isso condição básica e fundamental que as condições de saúde e segurança das pessoas que trabalham na empresa sejam as melhores. Para alcançar este objetivo, a empresa, declara que a sua política de segurança e saúde é baseada no compromisso de garantir que todos os seus colaboradores tenham condições de trabalho mais seguras, desde que técnica e economicamente viáveis, cumprindo a legislação em vigor, bem como as normativas da empresa. Esta política é extensiva aos seus visitantes, fornecedores e pessoal subcontratado que se encontre nas instalações da fábrica.

4.2. Linha 92 – Caracterização da linha e do processo

Como já foi referido anteriormente, a fábrica encontra-se distribuída em vários setores. No entanto, este estudo apenas foi realizado numa das linhas do setor de enchimento. É neste sector que é feito o enchimento e empacotamento dos diferentes tipos de produtos da fábrica. Este setor é constituído por 6 linhas:

- L91 – Barril e tanquetas (cerveja e refrigerantes);
- L92 – Vidro (cerveja e refrigerantes);
- L93 – Lata (cerveja e refrigerantes);
- L94 – Lata (cerveja e refrigerantes);
- L95 – PET (refrigerantes);
- L96 – PET (refrigerantes).

A linha 92 (L92) foi então o alvo deste estudo. Esta linha apesar de produzir maioritariamente cerveja, também produz alguns refrigerantes, como água tónica, *ginger ale*, entre outros. É a maior e a mais complexa linha de entre as 6 existentes na fábrica.

A L92 é constituída por várias máquinas recuperadas e postas em comunicação entre si e por operadores a trabalhar em três turnos. A figura 4.4, esquematizada na página seguinte, apresenta o fluxograma do processo da L92.

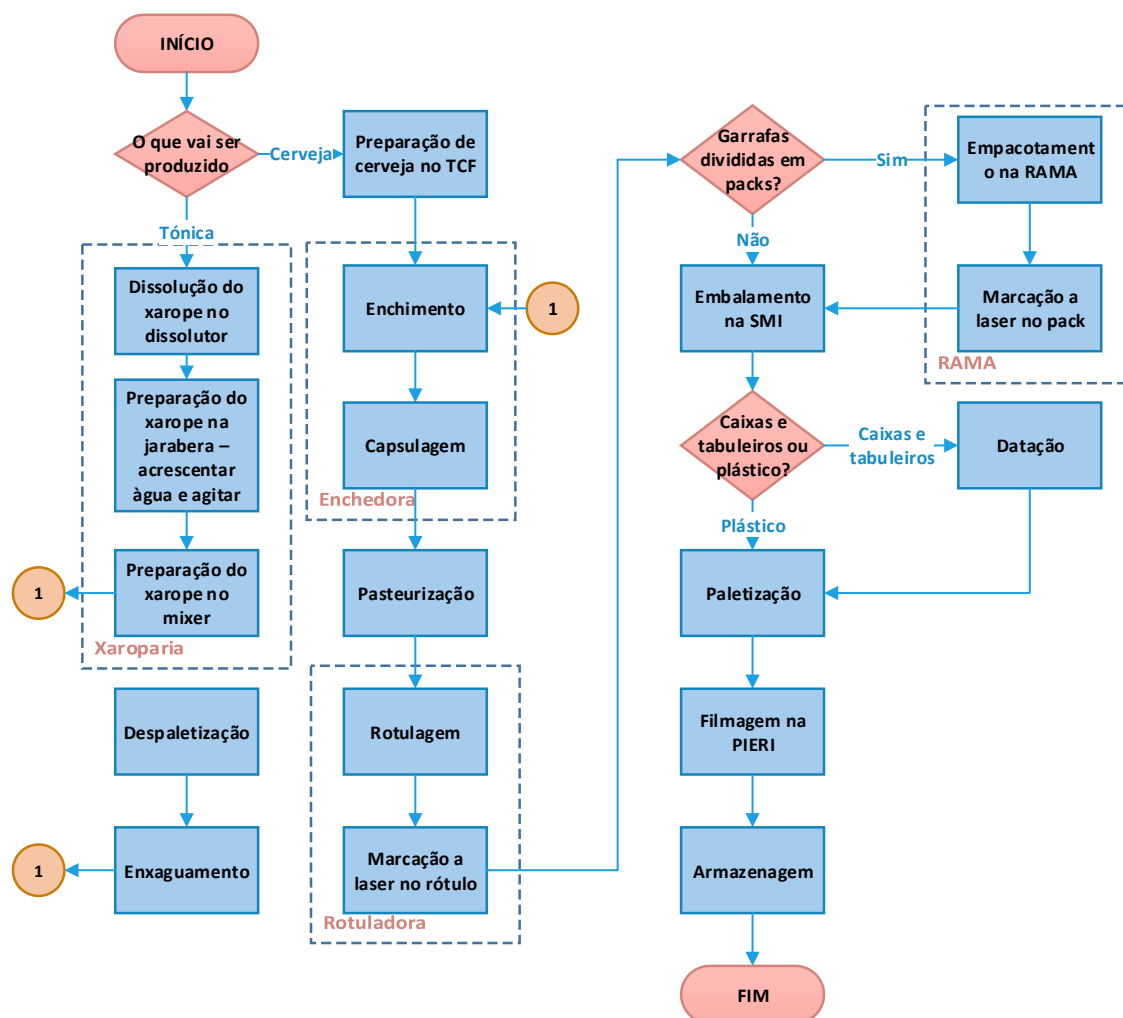


Figura 4.4 - Fluxograma do processo produtivo da linha 92

Relativamente à parte da L92, inicialmente as garrafas vêm paletizadas, tendo então que passar primeiramente pela despaletizadora (vd. Figura 4.5).



Figura 4.5 - Despaletizadora

De seguida, as garrafas passam pela enxaguadora (*Rinser*) onde são lavadas com água, tanto no interior como no exterior (vd. Figura 4.6).



Figura 4.6 - Enxaguadora (*Rinser*)

Após o enxaguamento, as garrafas são transportadas até à enchedora. Para que as garrafas não sejam contaminadas, existem coberturas nos transportadores (vd. Figura 4.7).



Figura 4.7 - Coberturas nos transportadores

Em seguida, as garrafas passam pela enchedora onde primeiro são cheias de CO², de seguida com o produto a consumir correspondente à produção e por fim são descomprimidas através de um jato de água. Ainda na enchedora, passam por uma máquina onde são coladas as cápsulas “normais” ou de abertura fácil (*Pull-off*), o capsulador, passando logo após por um detetor de metal caso algum bico de enchimento se encontre dentro de uma garrafa (vd. Figuras 4.8 e 4.9).



Figura 4.8 - Enchedora



Figura 4.9 - Detetor de metal após a enchedora

Posteriormente, passam pelo pasteurizador para destruir microrganismos existentes. Também neste processo de pasteurização o aquecimento das garrafas serve para não existir condensação no interior das garrafas aquando expostas à temperatura ambiente, pois como as garrafas são cheias com o respetivo produto a 3,5 graus Celsius, a colagem dos rótulos não seria possível (vd. Figura 4.10).



Figura 4.10 - Paletizador

De seguida, as garrafas passam pela rotuladora, onde, primeiro, passam por um detetor de metal à semelhança do que se encontra na enchedora e sucessivamente são colocados os respetivos rótulos dos diferentes tipos de marca para as quais a empresa fabrica. A rotulagem pode ser feita de três modos: apenas gargantilha; gargantilha e rótulo; gargantilha, rótulo e contra-rótulo. Nesta máquina é também feita a marcação a laser com informação relativa à produção e data de validade. Esta marcação difere de marca para marca. Ainda aqui, as garrafas passam por um inspetor onde estas são rejeitadas, ou não, de acordo com a colocação dos rótulos e do nível de produto (vd. Figura 4.11).

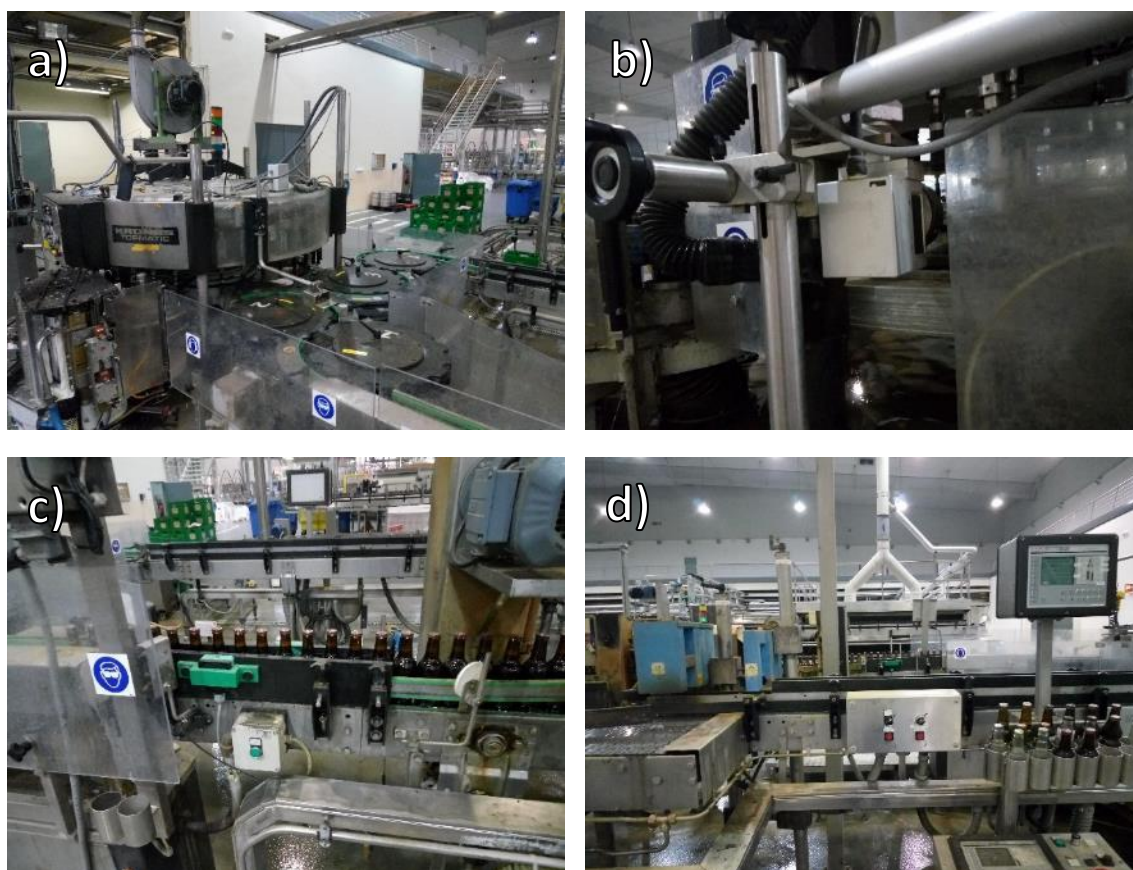


Figura 4.11 – Rotuladora e os seus componentes

- a) Rotuladora
- b) Laser para marcação
- c) Detetor de metal da rotuladora
- d) Inspetor de garrafas

Subsequentemente, as garrafas podem seguir para o empacotamento na embaladora RAMA ou seguir diretamente para o embalamento na embaladora SMI, para isso existe um *bypass* após a rotuladora (vd. Figura 4.12).



Figura 4.12 – Bypass após a rotuladora

Caso as garrafas sejam empacotadas em packs, estas seguem primeiro para para a embaladora RAMA, onde são empacotadas em packs de 6 ou de 10 garrafas e de seguida para a embaladora SMI onde podem ser embaladas em caixa, bandeja, ou filme de 20 ou 24 garrafas dependendo da marca a produzir. Caso não sejam empacotadas seguem diretamente para a embaladora SMI, como já foi referido. Os packs e as embalagens são também marcados a laser nas respetivas embaladoras. (vd. Figura 4.13)



Figura 4.13 - Embaladoras

a) RAMA

b) SMI

Após o embalamento, as embalagens passam pela paletizadora, onde estas são paletizadas de acordo com a ordem de produção, pois para diferentes marcas e tipos de embalamento existem diferentes tipos de paletização (vd. Figura 4.14).



Figura 4.14 - Paletizadora

Por fim as paletes passam por uma máquina envolvente de filme protetor, a embaladora, na zona de armazém e seguem para os respetivos racks através dos empilhadores.



Figura 4.15 - Embaladora

Para visualizar melhor os equipamentos descritos constituintes da L92 e a disposição dos mesmos, a figura 4.16 representa o *layout* desta linha.

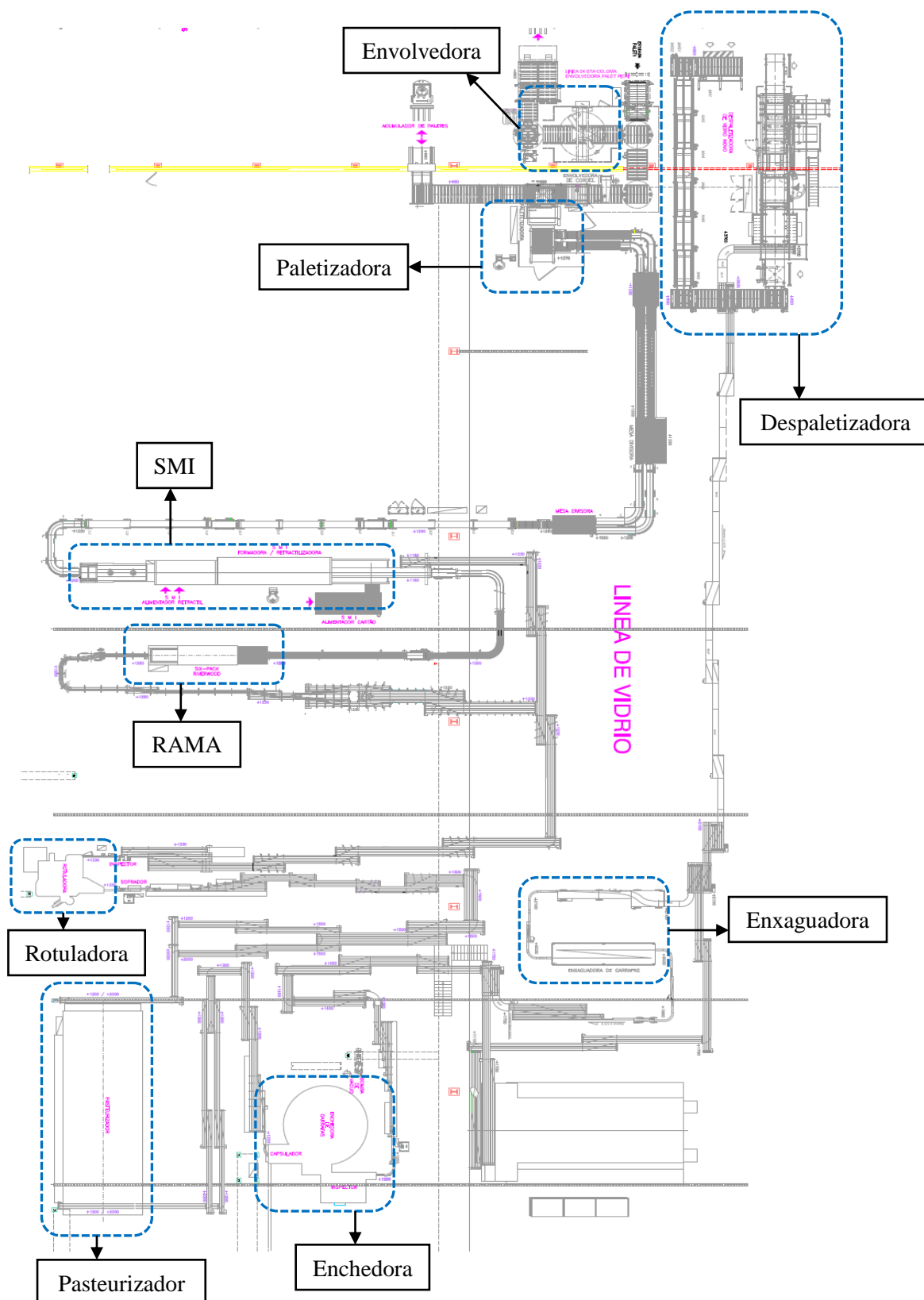


Figura 4.16 - Layout de equipamentos da linha 92

Esta linha, devido à multifuncionalidade das suas máquinas, produz uma extensa variedade de formatos para satisfazer ao máximo os clientes para quem produz. Na figura 4.18 estão apresentados os vários tipos de garrafa, de packs, de embalagem e de paletização que a linha produz.



Figura 4.17 - Tipos de produtos produzidos e acondicionados na linha 92

5. Identificação de problemas e de oportunidades de melhoria da linha

Este capítulo irá debruçar-se sobre os problemas encontrados na linha referida anteriormente, a linha 92. Para isso, foi feito um diagnóstico à linha em questão. Este diagnóstico foi feito a partir de:

- Registos de produção diárias de cada turno, preenchidas pelo operador da enchedora (chefe de equipa), que não só, contém informação relativa à produção que foi feita, como também contém informação em relação ao tempo de paragens e respetivos motivos, as ordens produzidas, o turno e os operadores destacados a esse turno (vd. Figura 5.1);

[illegible]

Figura 5.1 - Exemplo de registo de produção diária

- Autocontroles, preenchidos pelos operadores de cada posto. Como exemplo, em anexo está a folha de autocontrolo do pasteurizador (vd. Anexo A);
- Velocidade dos equipamentos para os diferentes formatos através do *V-profile*;

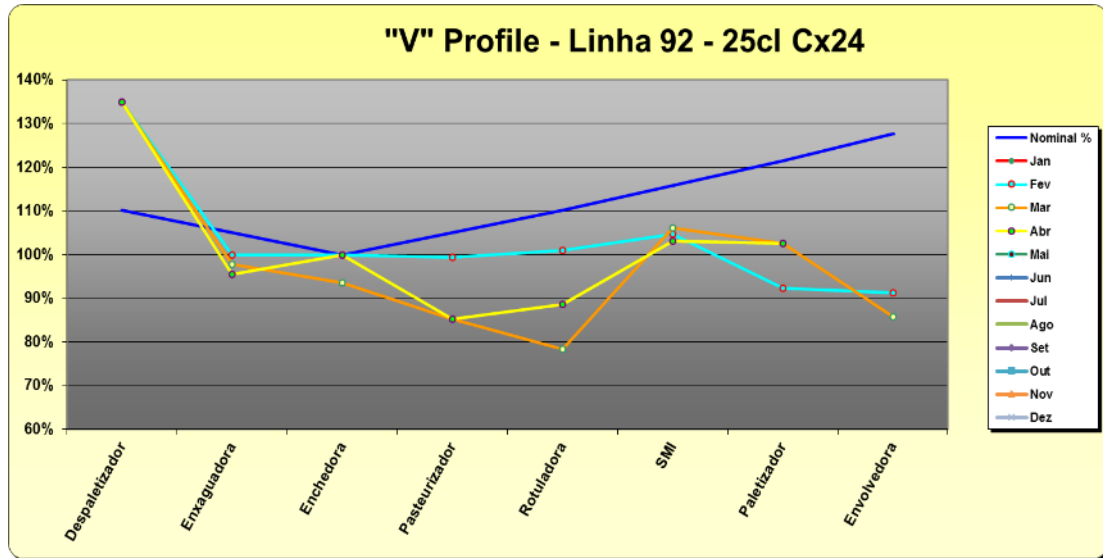


Figura 5.2 - Exemplo de V-profile

- Observação dos diferentes postos da linha e das operações dos operadores nos mesmos, tanto no espaço de trabalho como nas máquinas.

Com isto, foi feita uma análise semanal em *Excel* contendo o desempenho da linha, que se verificou ser baixo em relação ao objetivo da linha (65%), as quebras de garrafa, que são acima do objetivo da linha (0.2%), as máquinas que causam mais paragens na linha, as máquinas que causam mais tempo de paragem nas linhas e os tempos de troca de formato. Como exemplo, em seguida, estão representadas as componentes da análise da semana de 27 de Fevereiro a 5 de Março de 2017 (vd. Figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8)

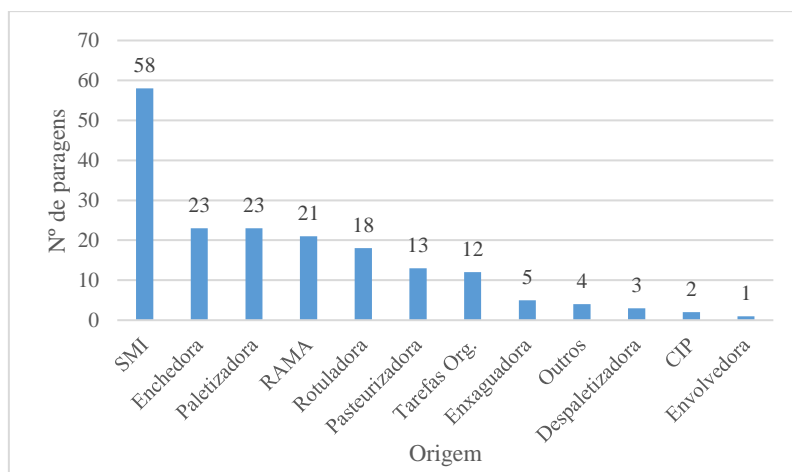


Figura 5.3 - Nº de paragens da linha e sua origem

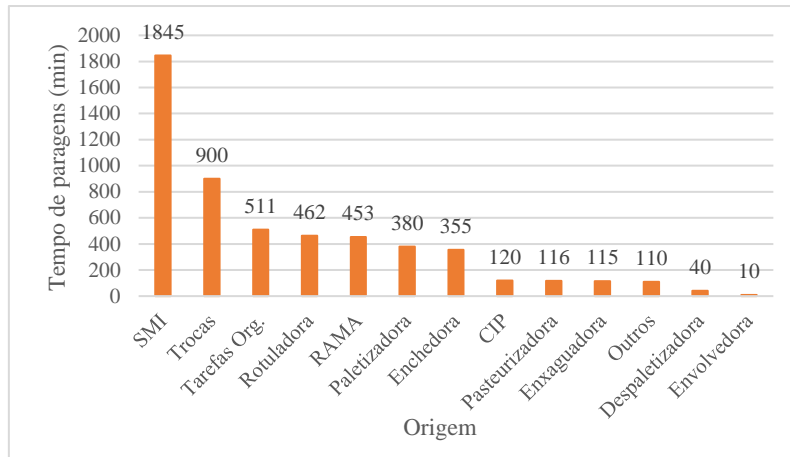


Figura 5.4 - Tempos de paragem da linha e sua origem

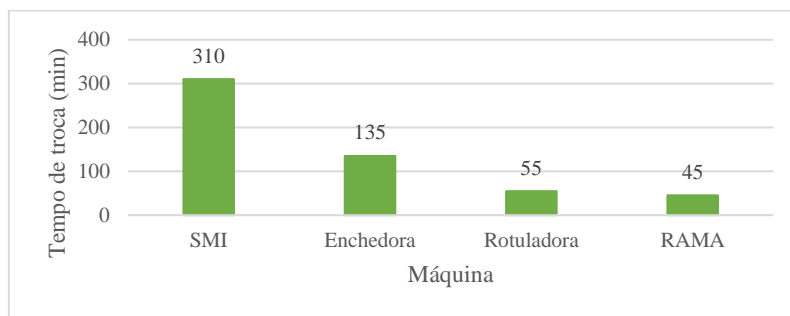


Figura 5.5 - Tempo de troca de formato por máquina

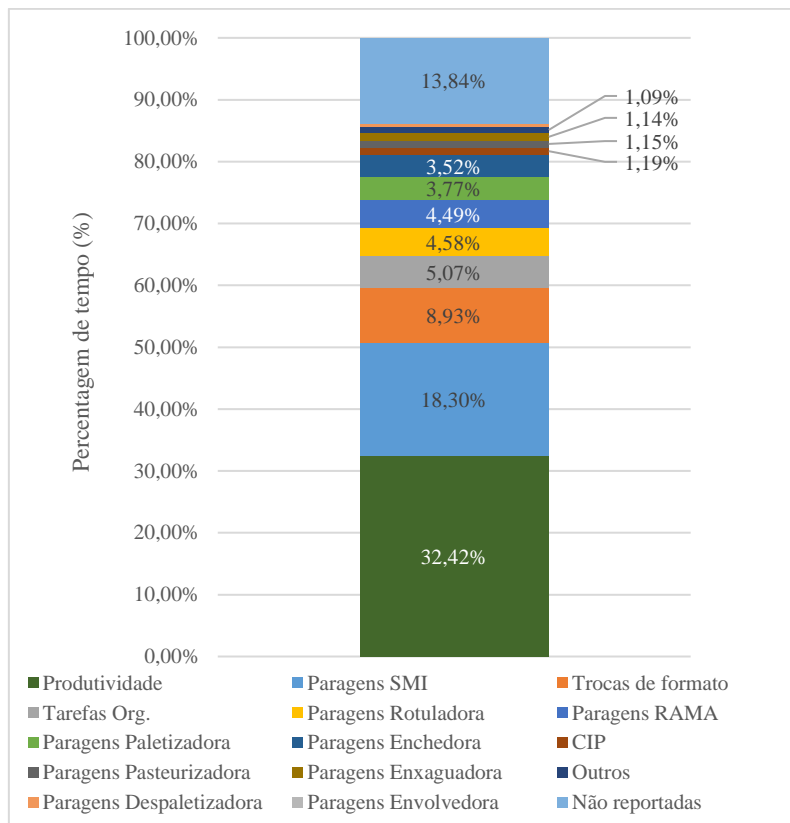


Figura 5.6 - Percentagem de tempo afetado

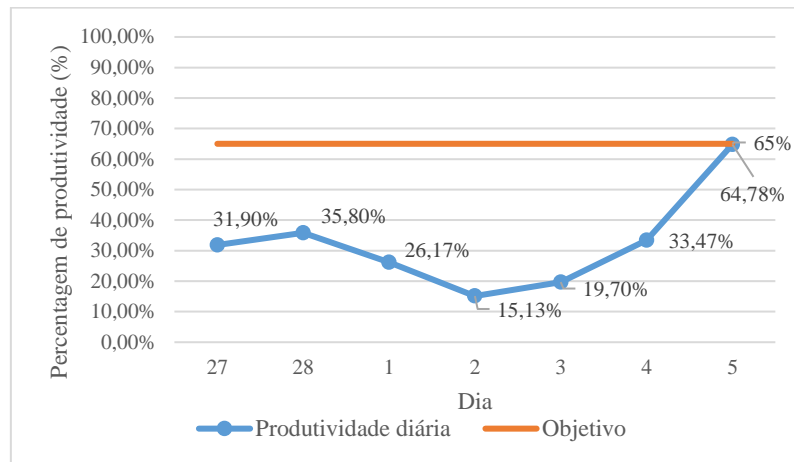


Figura 5.7 - Percentagem de produtividade diária

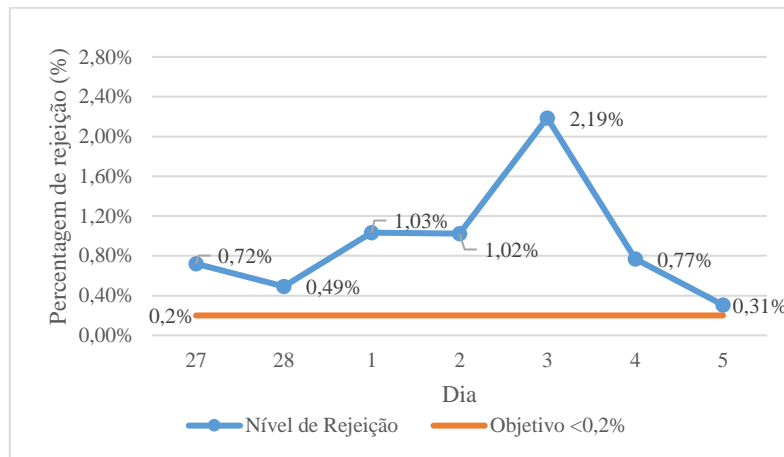


Figura 5.8 - Percentagem de quebras/rejeição diária

Através da análise desta e das restantes semanas identificaram-se os seguintes problemas referentes à linha 92:

1. Tempo elevado de paragem de produção devido à extensa variedade de formatos nas embaladoras (RAMA e SMI).

As máquinas que produzem um maior número de formatos são a rotuladora e as embaladoras, no entanto, são apenas as embaladoras as que contribuem para um maior tempo de paragem de produção. Isto deve-se a ajustes de parâmetros, calibrações, encravamentos, intervenções mecânicas e elétricas. Por um lado, a multifuncionalidade que estas máquinas oferecem é benéfica pois permite uma produção para os variados tipos de formato sem ser necessário equipamentos

adicionais, por outro lado, provoca a redução da fiabilidade das máquinas causando assim um menor desempenho da linha.

2. Tempo de paragens por troca de formato nas máquinas elevado e variabilidade do mesmo.

A variabilidade do tempo de paragens por troca de formato é constante nesta linha, isto deve-se à falta de formação e inexperiência dos operadores, provenientes da alta rotatividade de operadores e novas contratações de pessoal, o que conduz à inexistência de normalização das trocas de formato e um tempo de paragem maior.

3. Falta de organização e limpeza dos postos de trabalho, sala de chefes de turno e linha no geral.

Apesar da *checklist* que os operadores têm de preencher em relação à limpeza e organização do posto, muitas das vezes, a limpeza, não é realizada corretamente ou não é cumprida. Assim, a desorganização e a falta de limpeza do posto de trabalho que cada operador está inserido promove um desconforto não só a nível visual, como também próprio operador, pois perde tempo desnecessário à procura de alguma informação que pretenda ou na realização de alguma tarefa.

4. Controlo de quebras ineficiente.

O controlo das quebras de produção demonstrou ser ineficiente pois, apesar do preenchimento dos vários tipos de quebras ocorridas em cada posto, muitas delas não eram contabilizadas, como as quebras de garrafa que eram mandadas para os diferentes contentores da linha, não correspondendo, assim, à realidade. A única maneira possível de fazer o controlo das quebras seria apenas através das paletes que entravam na despaletizadora e das paletes que saíam da envolvente, que embora traduza um valor correto, não expõe os diferentes tipos de quebras da produção.

5. Fraco controlo do cartão a ser utilizado na embaladora SMI.

Foi utilizado cartão errado numa produção, levando ao reproprocessamento de 14 paletes de produto. Isto ocorreu devido ao facto da verificação do cartão a utilizar com a ordem de produção só ter sido feita uma vez, pois é assim que esta verificação está presente no autocontrolo das embaladoras.

6. Alteração constante dos parâmetros da embaladora SMI.

Apesar da alteração dos parâmetros ser benéfica para resolver algumas paragens não programadas por parte da SMI, o acesso à alteração a estes parâmetros leva à perda de calibração da máquina em relação a certos formatos e até mesmo em relação ao mesmo.

7. Cápsula “normal” de diferentes marcas misturadas na produção e cápsula *pull-off* da marca Tagus não é fechada corretamente.

Quando a cápsula “normal” era alterada no capsulador da enchedora para o mesmo tipo de cápsula, isto é, troca para cápsula “normal” mas de marca diferente, ocorria, na produção, o aparecimento de garrafas com cápsula da marca produzida anteriormente, isto deveu-se ao facto das cápsulas ficarem retidas nas curvas dos transportadores. Em relação à cápsula *pull-off*, o problema focava-se apenas na marca Tagus, pois devido ao seu material, algumas das cápsulas não eram fechadas em condições, ficando grande parte do produto defeituoso.

8. Bicos de enchimento no interior de garrafas.

A falta de formação sobre o que o operador deve fazer caso a enchedora ou a rotuladora parem devido à deteção de metal nas garrafas por parte dos respetivos detetores de metais, fez com que surgisse uma reclamação de um cliente devido a um bico de enchimento se encontrar no interior da garrafa.

9. Informações relevantes, para os operadores, estão escritas em cartão, nas próprias máquinas ou são desconhecidas.

Este problema foi encontrado em vários postos da linha, onde se podia ver informações relativas às máquinas ou a certos procedimentos escritas em cartão ou nas próprias máquinas. Outras informações eram desconhecidas pelos operadores.

10. Rotulagem defeituosa.

A falta de controlo, a ausência do posto e a falta de atenção por parte do operador da rotuladora foi motivo da existência de uma reclamação por parte de um cliente onde existiam rótulos com falta de cola, garrafas com rótulos do avesso e garrafas com mais do que um rótulo. Isto, deveu-se à falta de formação e informação dos operadores deste posto relativamente à possibilidade de surgirem estes problemas.

11. Garrafas sem cápsula.

Apesar de ser raro, o aparecimento de garrafas sem cápsula é possível e a falta de equipamentos para a sua deteção é um problema pois pode surgir uma reclamação por parte dos clientes.

6. Propostas de melhoria

Neste capítulo serão abordadas as soluções propostas para os problemas descritos no capítulo anterior. Para tal, foram utilizadas as técnicas e ferramentas analíticas da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ.

6.1. Implementação do TPM

A multifuncionalidade das embaladoras da linha demonstrou ser a maior causa de paragem de produção da linha. Como efeito, a produtividade da linha diminui. Assim, consoante a necessidade da produção e através de um *brainstorming* com o departamento de enchimento e operadores destas máquinas, foram definidos os seguintes requisitos relativos às embaladoras:

- Aumento da produtividade;
- Aumento da manutibilidade;
- Aumento da disponibilidade;
- Redução das quebras;
- Mobilidade;
- Multifuncionalidade;
- Redução dos custos de implementação;

Para analisar a relação entre os parâmetros pretendidos, foi feita a matriz de idealidade apresentada na tabela 6.1 identificando as suas interações. Estas interações podem ser classificadas como positivas, se forem favoráveis, representando-se estas por sinal positivo (+). Caso sejam classificadas como negativas, se foram prejudiciais, são representadas por sinal negativo (-). Se não existir qualquer tipo de relação entre os parâmetros a sua interação é neutra, não sendo esta representada por nenhum sinal.

Tabela 6.1 – Matriz de idealidade das embaladoras

Parâmetros	1	2	3	4	5	6	7
1. Produtividade		-	-	-			-
2. Manutibilidade	+		+				-
3. Disponibilidade	-	+					-
4. Quebras							
5. Mobilidade	+	+	+				-
6. Multifuncionalidade	+	-	-	-	-		-
7. Custos de implementação		-	-		-	-	

As relações consideradas entre os parâmetros na matriz de idealidade advêm das seguintes considerações:

1. Produtividade

A produtividade é um parâmetro que qualquer empresa pretende aumentar, e como tal, a Font Salem não é exceção. Não obstante, uma maior “Produtividade” tem como consequência a diminuição da “Manutibilidade” e “Disponibilidade”, o aumento das “Quebras” e implica “Custos de implementação”. Como se pode observar, a interação da “Produtividade” com os restantes parâmetros (“Mobilidade” e “Multifuncionalidade”) é neutra, pois considerou-se que esta não tem origina impacto sobre os mesmos.

2. Manutibilidade

O aumento da “Manutibilidade” provoca um aumento da “Disponibilidade” e consequentemente da produtividade, existindo portanto uma interação positiva entre estes parâmetros. No entanto, para existir um aumento da “Manutibilidade”, são necessários custos adicionais, tornando-se assim a interação com este parâmetro negativa. A “Manutibilidade” tem uma interação neutra com os parâmetros “Mobilidade”, “Manutibilidade” e “Quebras”, isto deve-se a não existir nenhum tipo de relação com estes parâmetros.

3. Disponibilidade

Em relação à “Disponibilidade”, a sua interação com a “Manutibilidade” é positiva, pois um aumento da probabilidade das embaladoras assegurarem a sua função está diretamente relacionado com a probabilidade da duração das reparações nestes equipamentos. Em contrapartida, este aumento conduz a uma diminuição da “Produtividade” e implica “Custos de implementação”, sendo assim a interação com estes dois parâmetros negativa. Em paralelo à “Manutibilidade”, este parâmetro tem interações neutras com os parâmetros “Mobilidade”, “Manutibilidade” e “Quebras”.

4. Quebras

A redução das “Quebras” é um dos principais objetivos da empresa, pois em termos financeiros existe um impacto negativo causado por estas. Este parâmetro, apesar de ter apenas interações neutras com todos os parâmetros, é afetado por interações por parte dos outros parâmetros sobre ele. Sendo assim, as “Quebras” são igualmente importantes.

5. Mobilidade

Um equipamento simples de utilizar (maior “Mobilidade”), provoca uma interação positiva com a “Produtividade”, pois permite um aumento desta. Também, uma maior “Mobilidade” permite que a “Disponibilidade” e consequentemente a “Manutibilidade” aumentem, sendo a sua interação com estes parâmetros idêntica à da “Produtividade”, positiva. Em consequência, um aumento da “Mobilidade” tem custos associados, representando-se de forma negativa a interação entre estes parâmetros. A interação deste parâmetro com as “Quebras” e a “Multifuncionalidade” é neutra.

6. Multifuncionalidade

A “Multifuncionalidade” permite que as embaladoras estejam disponíveis para a produção de vários formatos não sendo necessária a aquisição de equipamentos adicionais, refletindo-se um aumento de “Produtividade”. Esta relação resulta numa interação positiva destes dois parâmetros. No entanto a interação com os restantes parâmetros é negativa, pois para preservar ou aumentar a “Multifuncionalidade” existe uma diminuição da “Disponibilidade” e, por consequência, da “Manutibilidade”, um aumento das “Quebras”, uma redução da “Mobilidade”, pois torna-se menos simples de utilizar, e acarreta custos adicionais.

7. Custos de implementação

Este parâmetro dispõe de interações negativas com todos os parâmetros. Assim, diminuir ou mesmo manter os custos torna-se muito difícil dada a necessidade de aumentar a “Produtividade”, “Manutibilidade”, “Disponibilidade”, “Mobilidade”, “Multifuncionalidade” e reduzir as “Quebras” associadas às embaladoras.

Analisando a matriz de idealidade da situação em questão, é possível calcular o nível de idealidade através da seguinte expressão:

$$\text{Idealidade} = \frac{\text{Nº de Funções Úteis}}{\text{Nº de Funções prejudiciais}} = \frac{7}{17} = 0,41 \quad (6.1)$$

Analisando o nível de idealidade, verificou-se que este é muito inferior a 1 visto que o número de interações negativas é superior ao número de interações positivas. Ao observar a Matriz pode-se constatar que este nível de idealidade advém de três parâmetros:

- Produtividade
- Multifuncionalidade
- Custos de implementação

Reduzindo o impacto que estes parâmetros causam, é possível melhorar a idealidade em questão. Assim, para existir um aumento da “produtividade” e reduzir o seu impacto, o investimento na manutenção traduzir-se-ia no seguinte nível de idealidade:

$$\text{Idealidade} = \frac{10}{14} = 0,71 \quad (6.2)$$

Como se pode verificar, o nível de idealidade aumentou com um investimento na manutenção. Para se preservar ou aumentar a “multifuncionalidades” das embaladoras e reduzir o seu impacto, o investimento na manutenção resultaria no seguinte nível de idealidade:

$$\text{Idealidade} = \frac{11}{14} = 0,79 \quad (6.3)$$

Mais uma vez o nível de idealidade aumentou, sendo um pouco mais elevado do que o anterior. No caso do investimento em manutenção ser feita para aumentar a “produtividade” e preservar ou aumentar a “multifuncionalidade” reduzindo os respetivos impactos, o nível de idealidade seria:

$$\text{Idealidade} = \frac{14}{10} = 1,4 \quad (6.4)$$

Nesta situação verifica-se que o nível de idealidade aumenta significativamente em relação aos anteriores, tornando-se superior a 1. O último caso seria a redução dos impactos dos “custos de implementação” através da não contabilização dos mesmos. Assim, o nível de idealidade resultaria no seguinte:

$$\text{Idealidade} = \frac{7}{8} = 0,88 \quad (6.5)$$

Neste último caso verifica-se um aumento do nível idealidade, apesar de não ser superior a 1 como o anterior.

Sendo o objetivo da matriz de idealidade identificar os conflitos entre os parâmetros, pode-se identificar que os parâmetros Produtividade e Multifuncionalidade em conjunto são os parâmetros mais prejudiciais. Como tal, o investimento em manutenção é o mais indicado nesta situação. Para isso, deve ser feito um planeamento.

Proposta de implementação de TPM

Para existir uma melhoria mais significativa na área da manutenção, esta ferramenta, TPM, é essencial para cumprir este objetivo. Assim, o foco será nos primeiros cinco dos oito pilares existentes.

1º Pilar - Manutenção autónoma

Neste primeiro pilar, a manutenção fica a cargo do operador, de cada turno, das embaladoras, sendo ele a fazer uma manutenção essencial para o contínuo bom funcionamento dos equipamentos. Esta manutenção autónoma incidir-se-á nos seguintes pontos:

- Limpeza básica das embaladoras com o objetivo de não acumular resíduos e facilite o controlo visual;
- Controlo visual para prevenir ou encontrar certos problemas que possam ocorrer;
- Manutenção preventiva das máquinas por forma a aumentar a fiabilidade, por exemplo através da lubrificação das mesmas, aperto de parafusos ou porcas.

2º Pilar - Manutenção planeada

A manutenção planeada fica à responsabilidade das equipas de manutenção e para o desenvolvimento do plano de manutenção o departamento de enchimento também deve participar. Com isto, as atividades planeadas para a manutenção são as seguintes:

- Manutenção preditiva - fazendo o acompanhamento periódico das embaladoras através da análise de dados obtidos por monitoramentos, diagnósticos e inspeções, com a finalidade de detetar mudanças no estado da máquina e contribuir para uma melhor manutenção preventiva;
- Manutenção preventiva - por forma a evitar falhas ou avarias das máquinas que causem paragens na produção ou a produção de produto defeituoso, promovendo assim um

aumento do tempo de vida útil das embaladoras. Esta manutenção será feita através de troca de peças, como por exemplo correntes, através da lubrificação dos seus componentes, calibração dos parâmetros, controlo de peças sobressalentes, ferramentas, lubrificantes, entre outros, de forma programada e preparada.

- Manutenção corretiva - com o objetivo de corrigir as máquinas para recuperar a capacidade de produzir em condições ideais. Este tipo de manutenção ocorre quando já existe desgaste de peças ou paragens dos equipamentos, que causem a interrupção da produção ou a produção de produto defeituoso. Desta forma, a manutenção corretiva deve ser evitada, pois é a que acarreta mais custos, não só pela manutenção que é feita como também pela produção perdida causada pela paragem das máquinas.

Este pilar tem correlação com o primeiro pois, o operador ao fazer a manutenção autónoma das embaladoras, contribui para a realização das atividades de manutenção acima descritas.

3º Pilar - Melhorias específicas

As melhorias específicas requerem a colaboração do operador da máquina, equipa de manutenção e departamento de enchimento. Estas melhorias têm como objetivo a redução das paragens, que representam grandes perdas em termos de produção. Uma das melhorias será referida mais à frente na interpretação e resolução do problema nº6 - Alteração constante dos parâmetros da embaladora SMI, que demonstrou ser uma das causas do elevado tempo de paragem nas embaladoras e consequentemente, da produção.

4º Pilar – Educação e Formação

Para por em prática as metodologias TPM, todos os participantes incluídos na sua realização, têm de receber formação, tanto a nível individual como coletivo. Com esta formação, será aplicado continuamente o TPM.

5º Pilar – Controlo inicial

Este pilar incide sobre uma gestão inicial de forma a evitar erros cometidos anteriormente que já tenham sido identificados. Este controlo é feito através da experiência e conhecimentos adquiridos, por parte dos operadores em questão, das equipas de manutenção e do departamento de enchimento.

Futuramente estes conhecimentos serão também importantes para propagar esta metodologia pela linha 92 e posteriormente pela fábrica.

6.2. Normalização das trocas de formato e implementação do SMED

Outra ferramenta da Metodologia TRIZ bastante útil na resolução de problemas é a análise substância-campo. Esta ferramenta foi utilizada para a resolução deste e dos restantes problemas enumerados no subcapítulo 3.4.

No problema 2, inicialmente, antes de se atuar no elevado tempo de paragem por troca de formato, deve-se atuar na variabilidade do mesmo. Pode-se então concluir que, primeiramente, a substância S3 são os “operadores” e a substância S4 as “operações da troca de formato”. Estas duas substâncias resultam num sistema incompleto como esquematizado da figura 6.1.



Figura 6.1 - Sistema Incompleto (Problema 2)

Como já foi referido na secção 3.4.2, existem 76 soluções padrão que podem ser condensadas em 7 soluções gerais. A solução mais adequada a este sistema será a primeira, ou seja, a implementação de um campo F, por forma a este sistema se tornar completo (vd. Figura 6.2).

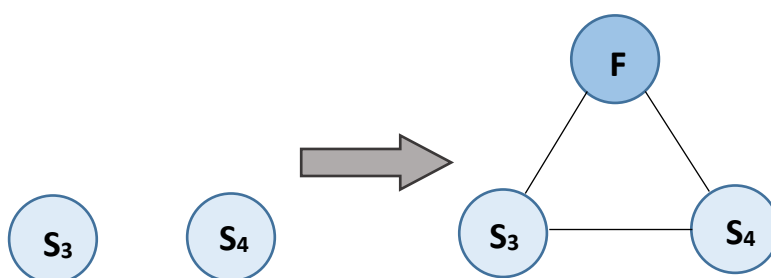


Figura 6.2 - Sistema completo após introdução de F (Problema 2)

O campo F tem de fazer a ligação entre as substâncias S3 e S4. Este campo F será, neste caso, o “processo normalizado da troca de formato” através da implementação de instruções de trabalho (ITS), de maneira a reduzir ao máximo a sua variabilidade. Esta troca de formato será acompanhada também de uma *checklist* do procedimento da mesma e de uma *checklist* de

ferramentas e materiais a utilizar para a troca, para assegurar que a realização da troca de formato é feita de acordo com a instrução de trabalho. Neste momento já foram feitas ITS de troca de formato e *checklists* de procedimento para a enchedora, e paletizadora e *checklists* de ferramentas e materiais para a enchedora e rotuladora (esta *checklist* não foi feita para a paletizadora pois não foi considerada necessária). Em anexo estão como exemplo a ITS de troca de formato, *checklist* de procedimento e *checklist* de ferramentas e materiais relativas à enchedora (vd. Anexos B, C e D).

Após a implementação das ITS e respetiva normalização das trocas de formato, é necessário reduzir o seu tempo, pois apesar da variabilidade ser reduzida, o tempo de paragem para troca de formato é elevado, implicando maiores custos e menor produtividade. Assim, surge um novo sistema em que a substância S3 é o “Operador”, a substância S4 são as “operações da troca de formato” e o campo F é a “troca de formato normalizada”. Neste caso, está-se na presença de um sistema completo ineficiente (vd. Figura 6.3).

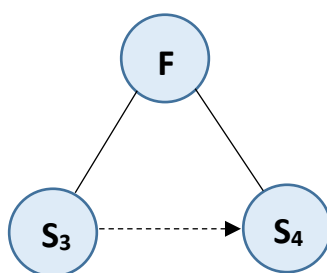


Figura 6.3 - Sistema completo ineficiente (Problema 2)

Para reduzir o tempo de paragem por troca de formato será aplicada a solução geral 4, onde campo F será alterado para F', onde este representa a “troca de formato com SMED aplicado”. Esta aplicação do SMED será feita para a troca de formato de garrafa 0.33cl com cápsula “normal” para garrafa 0.25cl com cápsula *pull-off* e vice-versa, na enchedora, onde o tempo de troca de formato é de 183 minutos, com variabilidade reduzida.

Proposta de implementação do SMED

Para aplicar o SMED na troca de formato descrita, é necessário seguir os seguintes passos:

- Observar e perceber o procedimento da troca de formato;
- Identificar e separar as operações internas das externas;
- Converter operações internas em externas;
- Melhorar as operações;

Após várias observações do procedimento de troca de formato em causa, foram retirados os tempos de duração das tarefas realizadas na troca (vd. Tabela 6.2).

Tabela 6.2 - Duração das tarefas realizadas na troca de formato

0.33cl com cápsula “normal” para 0.25cl com cápsula <i>pull-off</i> na enchedora	
Tarefa	Duração (min)
Preparar material e ferramentas	14
Trocar formato enchedora	103
Trocar formato capsulador	37
Envio de cerveja	10
Chamar qualidade	8
Controlo de qualidade	6
Purgar	5
Total	183

A preparação de material e ferramentas, troca de formato na enchedora, troca de formato no capsulador, chamar a qualidade e a purga são tarefas que competem ao operador, o envio de cerveja compete à xaroparia e o controlo de qualidade à qualidade. A figura 6.4 representa visualmente a duração total das tarefas desde o fim de produção da enchedora.

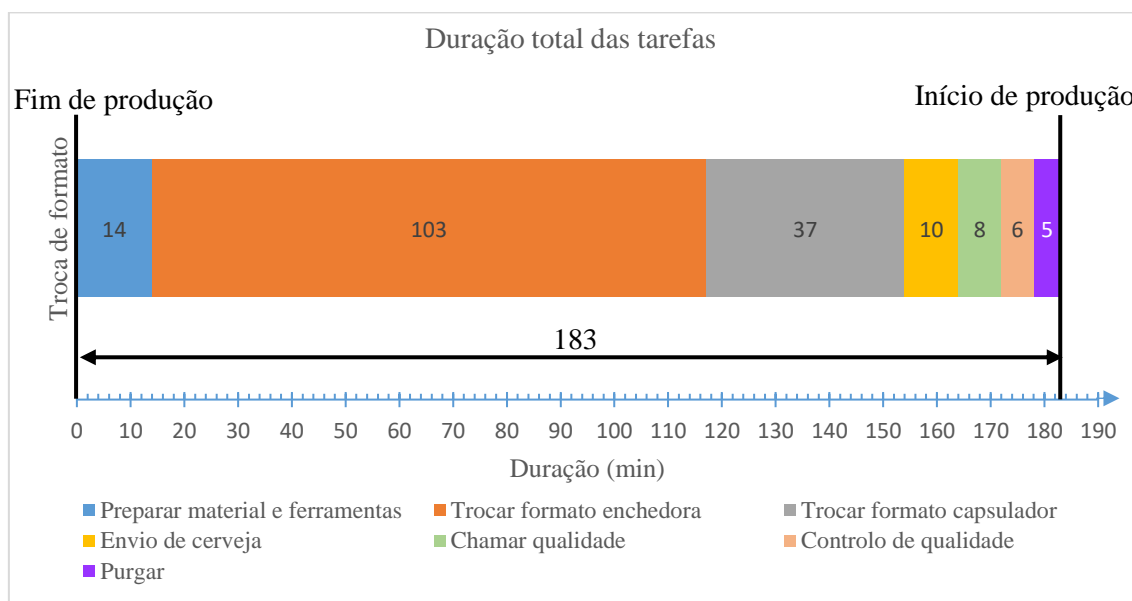


Figura 6.4 – Diagrama da duração total das tarefas desde o fim de produção da enchedora

Para melhorar o tempo total de troca, primeiro tem de se identificar e separar as operações internas e externas. Posto isto, foram identificadas como operações internas todas elas à exceção da

preparação de material e ferramentas. Esta operação pode então ser feita antes do fim de produção da enchedora, convertendo-se em operação externa, reduzindo assim o tempo total da troca de formato para 169 minutos, como se pode observar na figura 6.5.

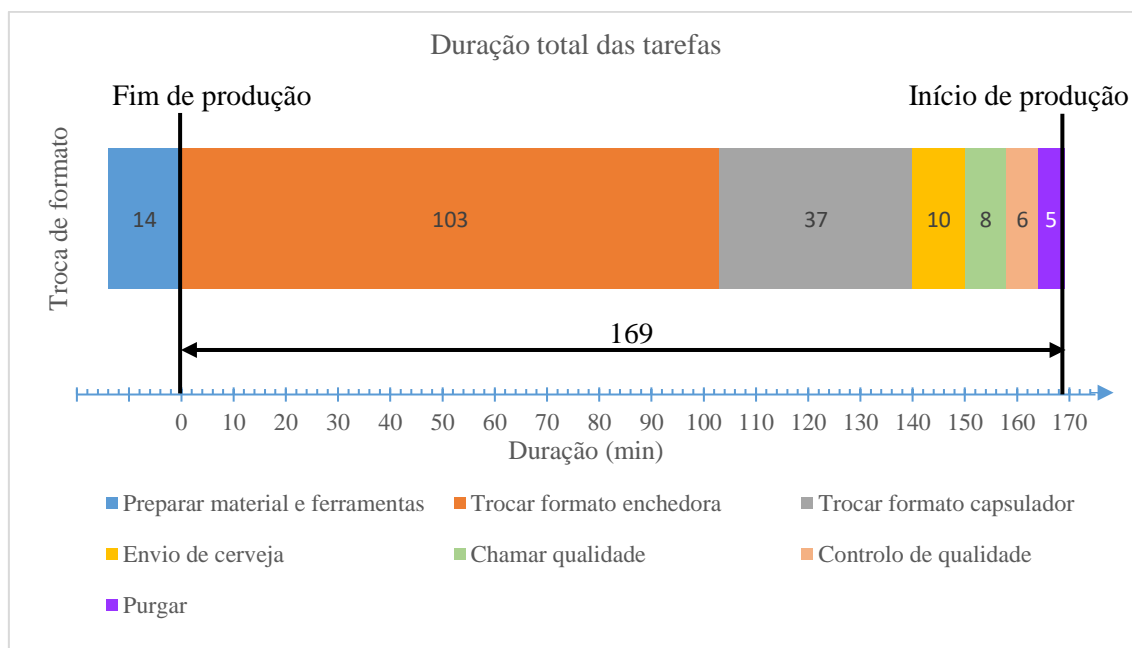


Figura 6.5 - Diagrama da duração total das tarefas após a conversão das operações

Apesar da preparação de material e ferramentas ser a única operação externa, existem operações internas que podem ser feitas em simultâneo. O envio de cerveja pode ser realizado antes de terminar a troca de formato no capsulador e a tarefa de chamar a qualidade pode ser realizada antes da cerveja chegar à enchedora. Como tal, o tempo de troca de formato reduz para 151 minutos, correspondendo a uma redução de 17.5% em relação ao tempo inicial (vd. Figura 6.6).

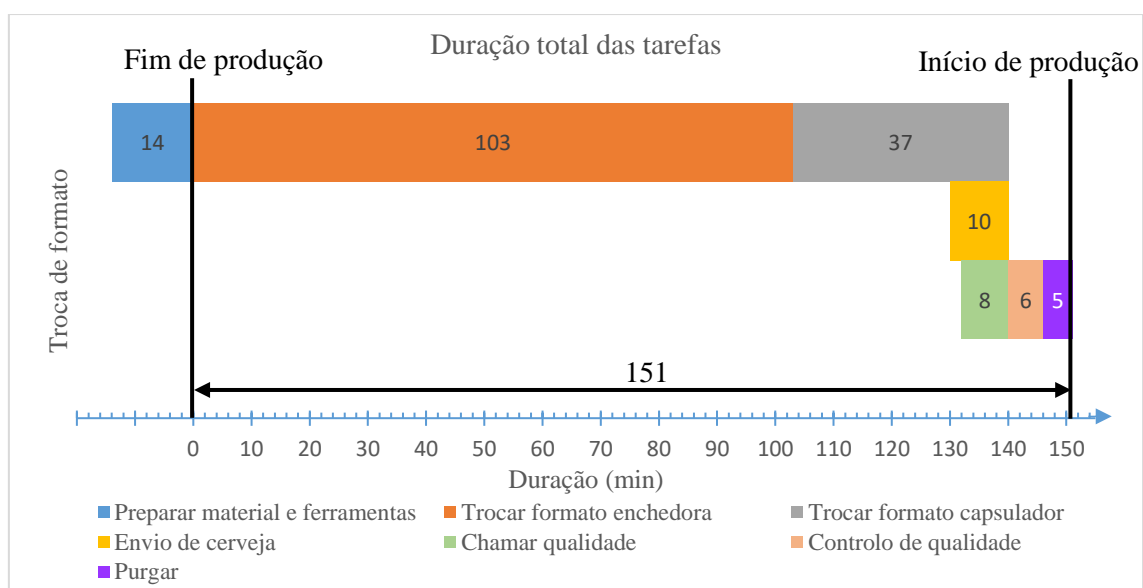


Figura 6.6 - Diagrama da duração total das tarefas após a paralelização de tarefas

Apesar de não ser possível realizar esta troca por mais do que um operador, será apresentado o tempo de troca de formato considerando esta hipótese. Caso a troca fosse realizada por dois operadores a troca de formato no capsulador poderia ser feita em simultâneo da troca de formato da enchedora e quando o operador terminasse a troca no capsulador ajudaria o operador a fazer a troca na enchedora reduzindo o tempo desta troca de 103 minutos para 70 minutos.

Esta hipótese reduziria o tempo de troca de formato para 81 minutos, que corresponde a 55.7% em relação ao tempo inicial (vd. Figura 6.7).

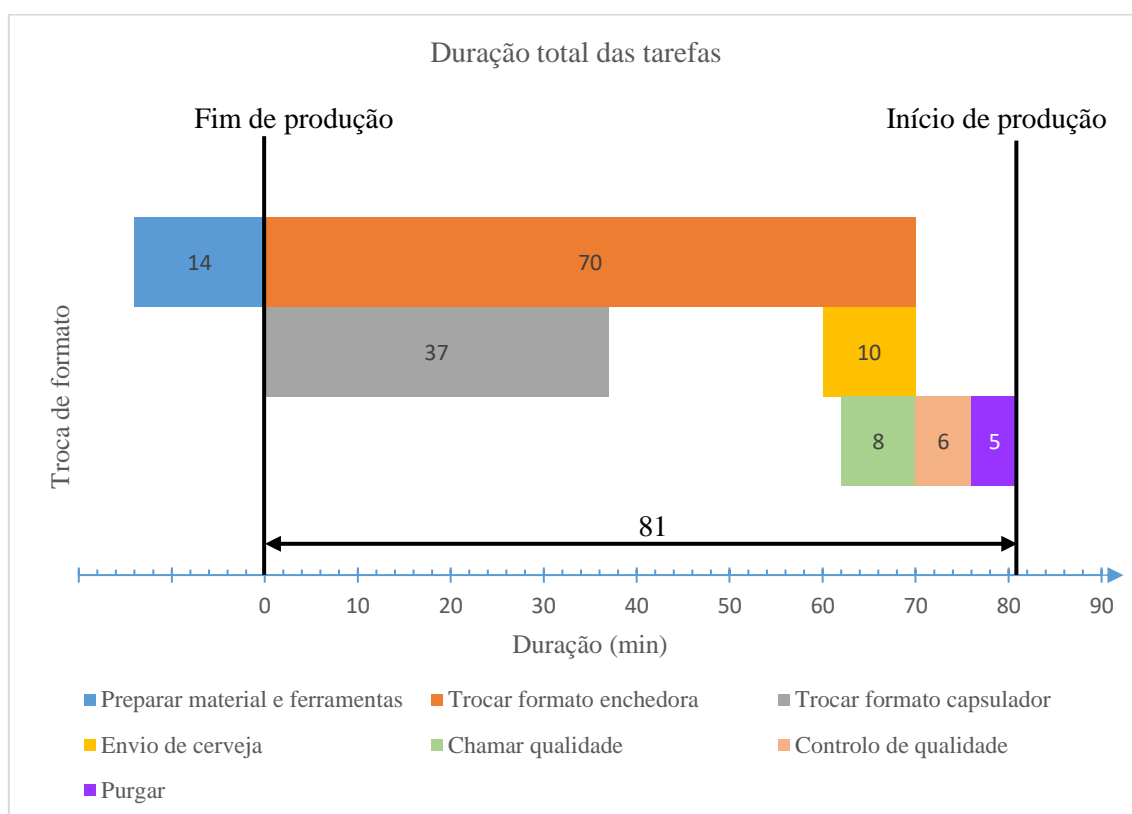


Figura 6.7 - Diagrama da duração total das tarefas realizadas por dois operadores

O passo seguinte seria reduzir o tempo das tarefas, mas estas já foram reduzidas aquando da normalização da troca de formato através da instrução de trabalho. Por último foi então implementado o SMED na troca de formato de garrafa 0.33cl com cápsula “normal” para garrafa 0.25cl com cápsula *pull-off* e vice-versa.

A implementação do SMED tornou o sistema num sistema completo, representado pela figura 6.8.

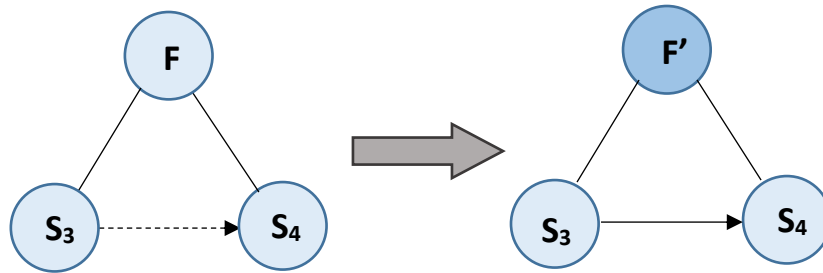


Figura 6.8 - Sistema completo após introdução de F' (Problema 2)

O mesmo estudo e implementação de SMED será, futuramente, feito para os restantes formatos e restantes máquinas da linha, por forma a melhorar ao máximo as trocas de formato.

6.3. Implementação do 5S

A organização e a limpeza dos postos de trabalho, como já foi referido na secção 2.4.2, não só é benéfico a nível visual, como também é para a atividade praticada nestes. Com isto, torna-se fundamental a resolução desta questão.

Analisando o problema 3, verifica-se que este sistema tem como substância S5 os “operadores”, como substância S6 os “postos de trabalho” e como campo F a “limpeza e organização”. Este sistema é, então, um sistema completo ineficiente (vd. Figura 6.9).

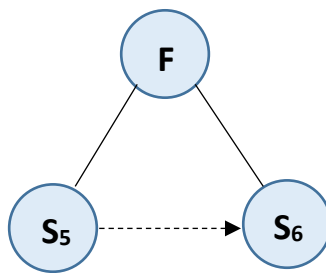


Figura 6.9 - Sistema completo ineficiente (Problema 3)

A resolução deste problema passa pela atuação do campo F (limpeza e organização), sendo então aplicada a solução geral 4, onde o campo F será substituído pelo campo F', que, neste caso, passa pela aplicação de outra metodologia *Lean*, o 5S, denominando-se assim o campo F' por “limpeza e organização com 5S aplicado”.

Proposta de Implementação da ferramenta 5S

Para aplicar esta metodologia, é necessário seguir os seguintes 5 passos:

- *Seiri* – Eliminar todo o tipo de material que não é necessário;
- *Seiton* – Organizar local de trabalho;
- *Seiso* – Limpeza do local de trabalho e envolvente;
- *Seiketsu* – Normalização da organização e limpeza estabelecidas;
- *Shitsuke* – Autodisciplina por forma a respeitar a organização e limpeza definidas.

Como tal, serão apresentadas as melhorias implementadas e as propostas de melhorias a implementar na linha 92. Estas melhorias requerem por parte dos operadores, uma alteração nos seus hábitos.

1. Organização dos postos de trabalho e linha

Para esta organização foram realizadas várias alterações e na linha. Uma das alterações foi no suporte de garrafas de teste P/NP (passa/não passa) do inspetor da rotuladora, pois este não tinha compartimentos suficientes para todos os formatos de garrafa. Existem 10 formatos de garrafa diferente, cada um conta com duas garrafas para teste de nível de produto no inspetor, uma com o nível baixo e outra com o nível ideal, existindo assim, 20 garrafas de teste. Como o suporte só tinha 13 compartimentos, 7 garrafas eram guardadas em cima de um painel (vd. Figura 6.10).



Figura 6.10 - Suporte de garrafas de teste sem compartimentos suficientes

Foram então acrescentados os restantes 7 suportes das garrafas que faltavam como se pode observar na figura 6.11.



Figura 6.11 - Suporte de garrafas de teste com compartimentos suficientes

Outra situação que se verificou foi paletes produto estarem constantemente colocadas em locais não indicados para tal ao invés de estarem nos respetivos pés de máquina (vd. Figura 6.12).

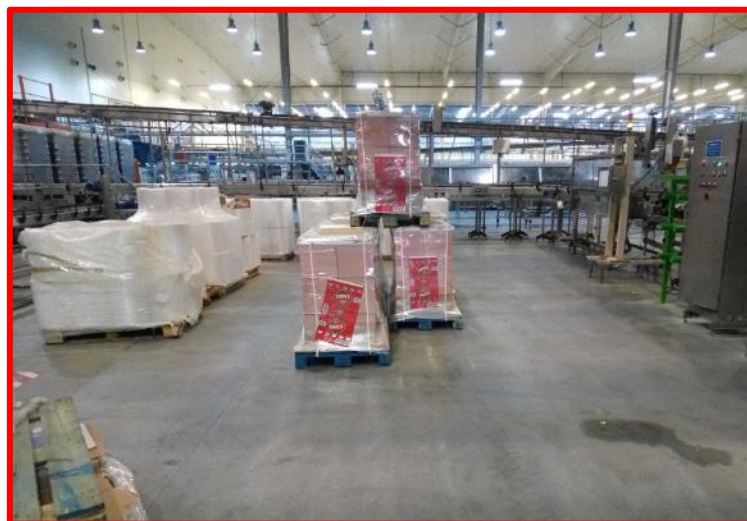


Figura 6.12 - Paletes colocadas em locais impróprios

Foi dada instrução aos operadores e empilhadores para a colocação das paletes sempre no respetivo local e se este local já estiver lotado, voltar a colocar no armazém (vd. Figura 6.13).



Figura 6.13 - Paletes colocadas nos respectivos pés de máquina

A organização das mesas dos postos de trabalho também é muito importante para a realização das tarefas dos operadores, pois facilita o seu trabalho e previne desperdícios de tempos. A figura 6.14 representa exemplos de mesas que se encontravam desorganizadas.



Figura 6.14 - Exemplo de mesas desorganizadas na linha

As mesas foram então organizadas da maneira mais apropriada às tarefas de cada operador e, como já foi referido, para facilitar o seu trabalho. O telefone da linha foi também colocado de modo a facilitar o acesso e com os contatos necessários posicionados à sua frente e bem visíveis (vd. Figuras 6.15, 6.16 e 6.17).



Figura 6.15 - Organização da mesa do posto de trabalho das embaladoras



Figura 6.16 - Organização da mesa do posto de trabalho da rotuladora (zona 1)

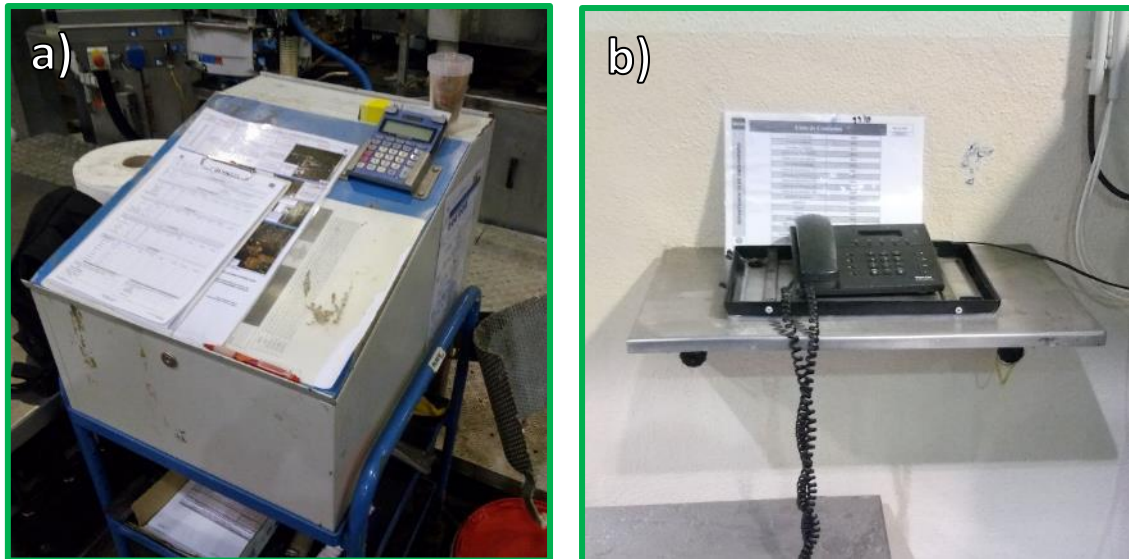


Figura 6.17 - Organização do posto da rotuladora e telefone de linha
a) Organização da mesa do posto de trabalho da rotuladora (zona 2)
b) Colocação adequada do telefone da linha e dos contactos

2. Organização do quadro com informações da linha

Na linha, mais propriamente no posto do chefe de turno (enchedora), encontra-se um quadro com informações relevantes sobre a linha, como as quebras de vidro, a produtividade, informações sobre as reclamações, acidentes de trabalho, ordem de produção, matriz limpeza e parâmetros de qualidade.

O problema estava na organização desta informação, sendo que alguma já estava desatualizada: a produtividade, as quebras e a matriz limpeza. Foi então organizado o quadro de modo a este ser de fácil compreensão. Como tal, a informação sobre a produtividade e as quebras foi atualizada, assim como a matriz limpeza, sofrendo as alterações necessárias.

A informação do quadro foi também diferenciada entre si. As reclamações e parâmetros mais importantes da qualidade foram colocados com contorno vermelho, a matriz limpeza com contorno azul escuro e a produtividade e as quebras com contorno azul claro.

Por último foi colocado do lado esquerdo do quadro as informações relativas à qualidade, do lado direito as informações relativas à produção e por baixo as informações relativas aos acidentes de trabalho. Todas estas alterações podem ser observadas na figura 6.18.

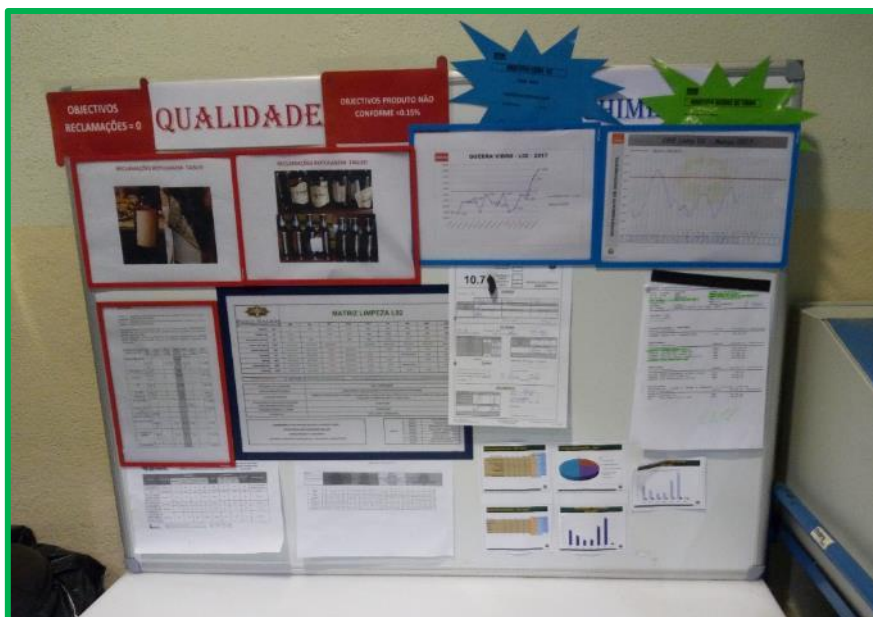


Figura 6.18 - Quadro com informações da linha organizado

3. Marcação da linha e seus constituintes

Na linha é importante estar tudo devidamente identificado, para não existirem enganos por parte dos operadores e saberem onde tudo está situado. Contudo alguns elementos da linha não estavam identificados, como os baldes de cola, caldeiros de garrafas de vidro, postos de limpeza e contentores do lixo, que apesar de apresentarem a cor referente aos resíduos aos quais estão destinados, muitas vezes os resíduos não eram colocados no respetivo contentor. Assim, os elementos em causa foram devidamente identificados, como se pode observar nas figuras 6.19, 6.20 e 6.21.



Figura 6.19 - Exemplo de balde de cola e caldeiro de garrafa de vidro identificados



Figura 6.20 - Contentores do lixo identificados



Figura 6.21 - Exemplo de posto de limpeza identificado

A marcação com tinta no chão como referência para os elementos da linha, para pé de máquina e até mesmo para indicar o local destinado à circulação de pessoas também são muito importantes, não só para a organização da linha como também para a segurança das pessoas (vd. Figuras 6.22 e 6.23).



Figura 6.22 - Pés de máquina identificados



Figura 6.23 – Marcação para elementos da linha e circulação
a) Indicação do local para bebedouro e contentor do lixo
b) Indicação do local onde as pessoas se podem deslocar

Contudo, esta marcação não está presente em todos os elementos da linha. Alguns não têm marcação (vd. Figura 6.24) e outros têm a marcação desgastada (vd. Figura 6.25), como se pode observar nas seguintes figuras.



Figura 6.24 – Marcação inexistente



Figura 6.25 – Marcação desgastada

A solução proposta será então pintar o chão nos locais em falta e nos locais onde a marcação já foi desgastada.

4. Substituição de grades de cerveja por escadotes

Em alguns sítios de difícil alcance devido à altura, encontravam-se grades de cerveja a servir de escadote para ser possível o alcance ao local desejado. Esta situação pode causar perigo ao operador, pois este pode escorregar (vd. Figura 6.26).



Figura 6.26 - Grades de cerveja a servirem de escada

A solução foi então colocar escadotes ao invés de grades de cerveja, contribuindo para uma melhor segurança dos operadores (vd. Figura 6.27).



Figura 6.27 - Introdução de escadote ao invés de grades de cerveja

5. Construção de carrinhos de formato

A existência de muitas peças de formato na enchedora e na rotuladora faziam com que a preparação da troca de formato fosse mais demorada pois as peças dos diferentes formatos estavam misturadas, não havendo organização, e por vezes havia enganos na escolha das peças.

Também na rotuladora, devido à falta de espaço na mesa, peças de formato eram colocadas em cima de balde de cola (vd. Figuras 6.28 e 6.29).



Figura 6.28 - Peças de formato desorganizadas



Figura 6.29 - Peças de formato em cima de baldes de cola

Com o objetivo de separar os formatos e organizá-los por forma a economizar espaço, foram construídos carrinhos de formato e foi acrescentado um suporte na mesa para as restantes peças que se encontravam por cima dos baldes de cola.

Nos carrinhos de formato foram também desenhados os contornos das peças para facilitar a sua colocação e reduzir desperdícios de tempo. Estas implementações estão apresentadas na figura 6.30.



Figura 6.30 - Organização das peças de formato
 a), b), c) Carrinhos de formato com respectivas peças
 d) Suporte acrescentado na mesa para colocação de peças

6. Limpeza da linha

A limpeza da linha é fundamental para permitir um bom funcionamento e segurança dos operadores. Contudo, apesar dos operadores preencherem uma *checklist* de limpeza e existirem *standarts* de limpeza, muitas das vezes esta não era realizada pelos operadores. Outro fator que levava os operadores a não realizarem a limpeza é a existência de uma empresa externa de limpeza que limpa a linha uma vez no início do turno da manhã. No entanto esta limpeza não é suficiente, pois ao longo dos turnos a linha irá aumentar progressivamente a quantidade de resíduos. Deste modo, a linha, com a falta de limpeza por parte dos operadores, encontrava-se como se pode observar pelas figuras 6.31 e 6.32.



Figura 6.31 - Falta de limpeza da linha (zona 1)



Figura 6.32 - Falta de limpeza da linha (zona 2)

De modo a promover uma limpeza frequente e regular por parte dos operadores foi dada uma formação com o objetivo de instruir os operadores em relação à limpeza do seu posto de trabalho e informá-los sobre a sua importância. Inicialmente foi também feito um acompanhamento desta limpeza para verificar se a limpeza era efetuada corretamente. As figuras 6.33 e 6.34 apresentam a linha após esta formação e constante limpeza da mesma.

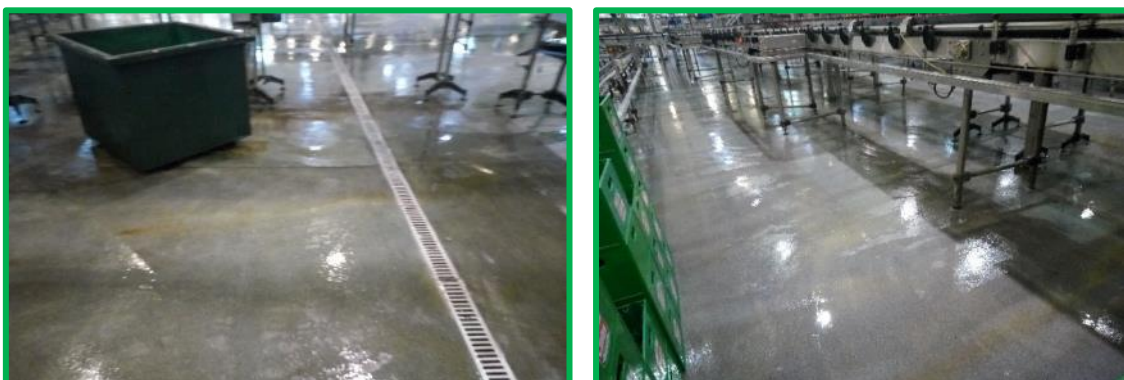


Figura 6.33 - Linha limpa (zona 1)



Figura 6.34 - Linha limpa (zona 2)

Deste modo, o sistema em causa tornou-se completo (vd. Figura 6.35).

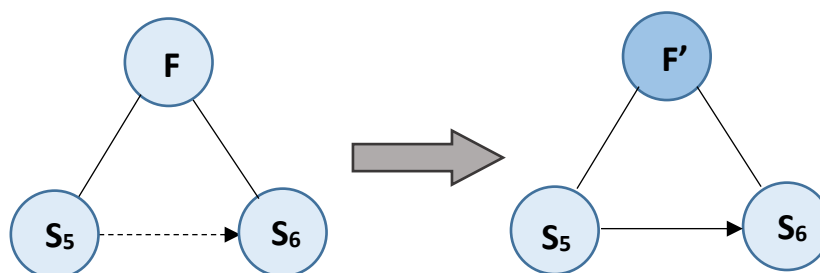


Figura 6.35 - Sistema completo após implementação de F' (Problema 3)

6.4. Alteração do controlo de quebras nos autocontrolos

Nesta problemática, onde se verificou a falta do controlo de quebras causada pela não contabilização das mesmas nas folhas de autocontrolo, problema 4, a substância S7 é denominada por “operadores”, a substância S8 por “autocontrolos” (formulários da empresa) e o campo F por “controlo de quebras”. Assim, este é um sistema completo ineficiente como esquematizado na figura 6.36.

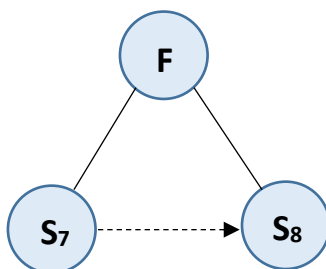


Figura 6.36 - Sistema completo ineficiente (Problema 4)

A solução aplicada para resolver este caso será a solução geral 2, onde a substância S8 é alterada ou substituída, pois o problema encontrava-se nas folhas de autocontrolo. Os autocontrolos serão então modificados por forma a contabilizar as quebras em falta com o objetivo de atingir o rigor no controlo das quebras. A substância S8' é, então, denominada por “autocontrolos alterados”. As alterações apresentadas tornaram, deste modo, o sistema ineficiente num sistema completo (vd. Figura 6.37).

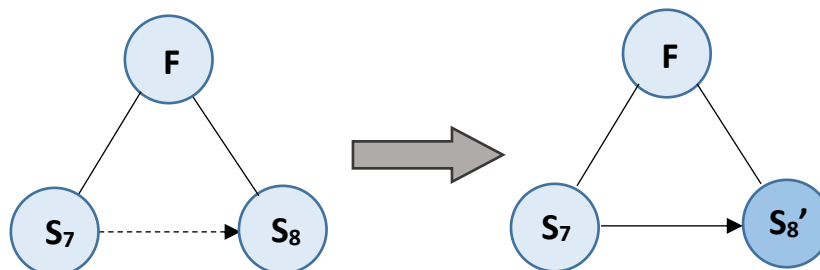


Figura 6.37 - Sistema completo após introdução de S8' (Problema 4)

6.5. Alteração dos autocontroles das embaladoras

Neste caso, o problema 5 encontra-se no facto do cartão só ser verificado, com a ordem de produção, uma vez no início de cada turno, pois é assim que é pedido nas folhas de autocontrolo, causando a utilização de cartão errado. A substância S9 é, então, caracterizada por “operadores”, a substância S10 por “autocontroles” e o campo F por “verificação do cartão”. Com isto, o problema é representado por um sistema completo ineficiente (vd. Figura 6.38).

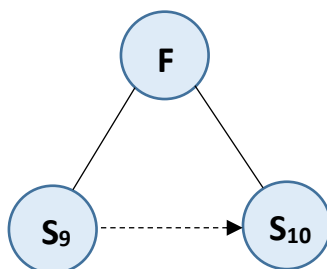


Figura 6.38 - Sistema completo ineficiente (Problema 5)

A solução deste problema passa pela alteração dos autocontroles das embaladoras, onde, ao invés da verificação do cartão só ser feita uma vez por turno, esta, será feita quatro vezes por turno, de duas em duas horas, e quando o cartão. A solução aplicada é, assim, a solução geral 2, na qual a substância S10 é modificada, denominando-se, a substância S10', por “autocontroles alterados”.

A alteração aplicada aos autocontroles está representada abaixo pela figura 6.39, onde contornado a vermelho está representado a verificação do cartão só ser feita uma vez por turno e contornado a verde está representado a verificação do cartão ser feita quatro vezes por turno.

		HORA	CODIGO BARRAS APRESENTADO	CODIGO BARRAS NA ORDEM SAP - VERIFICAR QUE COINCIDEM
CONFORMIDADE DOS CODIGOS DE BARRAS	GARRAFA			
	SIXPACK			
	TAB / CX			

		HORA					
CONFORMIDADE DOS CODIGOS DE BARRAS	Cod. barras apresentado	GARRAFA					
		SIXPACK					
		TAB / CX					
	Cod. barras na ordem SAP - verificar que coincidem	GARRAFA					
		SIXPACK					
		TAB / CX					

Figura 6.39 - Alteração aplicada aos autocontroles

Através da alteração dos autocontroles, este sistema, converteu-se num sistema completo (vd. figura 6.40).



Figura 6.40 - Sistema completo após introdução de S10' (Problema 5)

6.6. Criação de *setups* com parâmetros predefinidos

No problema 6, a alteração constante dos parâmetros da SMI, apesar de necessário para resolver certas paragens, prejudica substancialmente a produtividade da linha. Muitas das vezes, o problema nem está nos parâmetros da embaladora mas sim nas suas peças mecânicas, mas devido à falta de conhecimento do operador, este muda os parâmetros crendo que esta é resolução, estando, na verdade, a piorar a situação. Isto leva a paragens constantes e significativas da produção. Assim, a substância S11 são os “operadores”, a substância S12 a “Embaladora SMI” e o campo F a “Operação de embalamento”, estando, neste caso, perante um sistema completo com efeito prejudicial (vd. Figura 6.41).

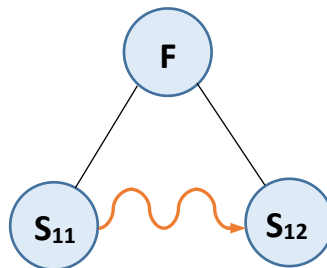


Figura 6.41 - Sistema completo com efeito prejudicial (Problema 6)

A solução, neste problema, será a criação de *setups* predefinidos com o valor dos parâmetros de cada formato e bloqueio do acesso a estes parâmetros através de um pin em que só o chefe de equipa e o chefe de enchimento têm conhecimento e acesso. Esta solução é, deste modo, a solução geral 5, onde é introduzido um outro campo no sistema, neste caso, o campo F1 denominado por “acesso a parâmetros restrito ao chefe de equipa e ao chefe de enchimento”. Este sistema torna-se, desta forma, num sistema completo como esquematizado na figura 6.42.

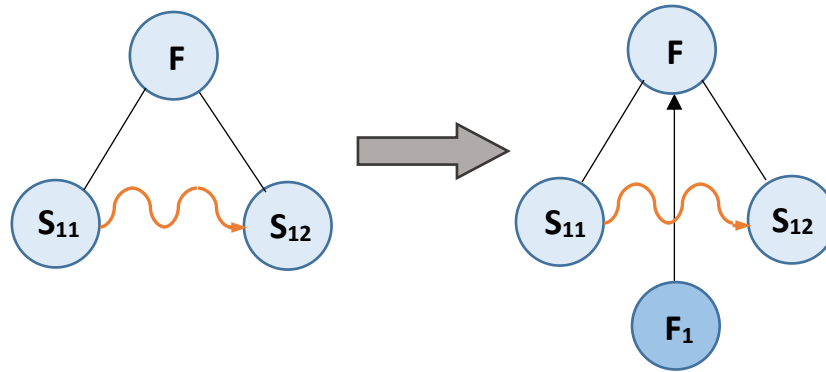


Figura 6.42 - Sistema completo após introdução de F1 (Problema 6)

6.7. Criação de rampa nos transportadores e controlo do fecho das cápsulas *pull-off*

O problema da cápsula “normal” misturada na mesma produção, como referenciado no capítulo 1, problema 7, deveu-se ao facto das cápsulas ficarem retidas numa das curvas dos transportadores. O segundo problema, da cápsula *pull-off*, da marca *Tagus*, defeituosa, ocorreu devido ao material utilizado pelo fornecedor, que impedia o fecho correto de algumas cápsulas.

No primeiro caso a substância S13 será, então, as “cápsulas “normais””, a substância S14 os “transportadores de cápsulas” e o campo F o “transporte de cápsulas”. Verifica-se assim, que este sistema se trata de um sistema completo com efeito prejudicial (vd. figura 6.43).

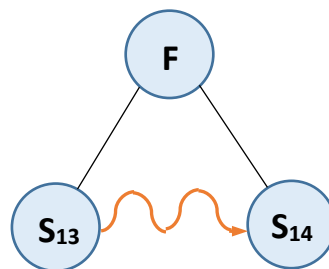


Figura 6.43 - Sistema completo com efeito prejudicial (parte 1) (Problema 7)

A resolução deste problema passa pela criação de uma rampa na curva dos transportadores por forma a não existir retenção de cápsulas na mesma. A solução apresentada é a solução geral 5, na qual, o novo campo, F1, introduzido é a “introdução de uma rampa na curva dos transportadores”. A figura 6.44 apresenta a zona curva onde foram as criadas rampas.



Figura 6.44 - Zona onde foram criadas rampas

Com a introdução da rampa nesta zona, este sistema, tornar-se-á num sistema completo (vd. Figura 6.45).

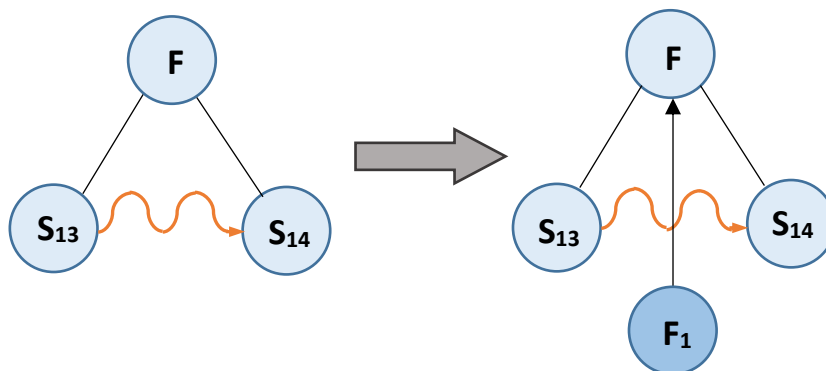


Figura 6.45 - Sistema completo após introdução de F1 (Problema 7)

No segundo caso a substância S15 denominar-se-á por “cápsulas *pull-off*”, a substância S16 por “garrafa capsulada” e o campo F por “fecho das cápsulas”. Neste caso, como no anterior, está-se perante um sistema completo com efeito prejudicial (vd. Figura 6.46).

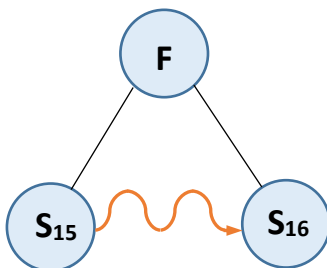


Figura 6.46 - Sistema completo com efeito prejudicial (parte 2) (Problema 7)

Este problema tem como resolução a introdução de controlo visual de hora a hora, por parte do operador, com registo nas folhas de autocontrolo da enchedora e da implementação de uma câmara de filmar que tem como objetivo parar a máquina ao registar uma anomalia no fecho das

cápsulas em questão. Assim, serão introduzidas duas novas substâncias no sistema, a substância S17 denominada por “controlo visual horário” e a substância S18 denominada por “câmara de filmar de deteção de cápsulas mal fechadas” (vd. Figura 6.47 e 6.48).

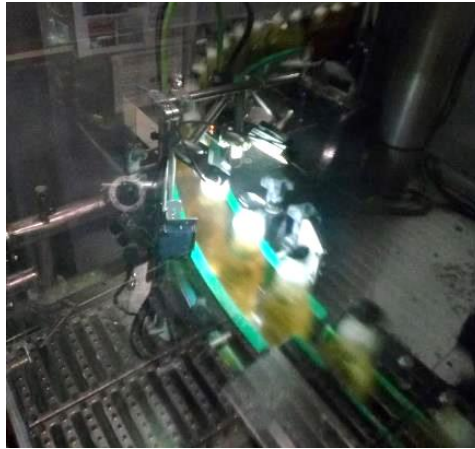


Figura 6.48 - Câmara de filmar de detecção de cápsulas mal fechadas

[illegible]

Figura 6.47 - Registo de controlo visual horário

Esta solução permitirá que o sistema se transforme num sistema completo (vd. Figura 6.49).

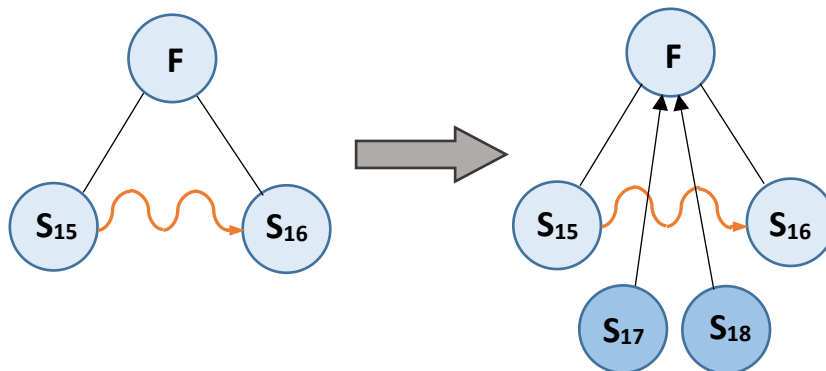


Figura 6.49 - Sistema completo após introdução de S17 e S18 (Problema 7)

6.8. Normalização do procedimento dos detetores de metal

Neste caso, problema 8, da reclamação ter ocorrido, foi devido à falta de formação dos operadores. Pode-se então concluir que a substância S19 são os “operadores” e a substância S20 as “ações a

realizar caso exista paragem causada pelos detetores de metal”. Estas duas substâncias resultam num sistema incompleto como esquematizado da figura 6.50.



Figura 6.50 - Sistema incompleto (Problema 8)

A solução a adotar é, então, a solução geral 1, em que é inserido um campo F. Este campo será a implementação de instruções de trabalho e formação dos operadores através das mesmas, nos postos de trabalho onde existe detetor de metal (enchedora e rotuladora). Em anexo está como exemplo a instrução de trabalho de rearme do equipamento de deteção de metal da enchedora (vd. Anexo E). Assim, este campo será designado de “procedimento para paragem por deteção de metal normalizado”. Com a introdução deste campo F, o sistema ficará completo (vd. Figura 6.51).

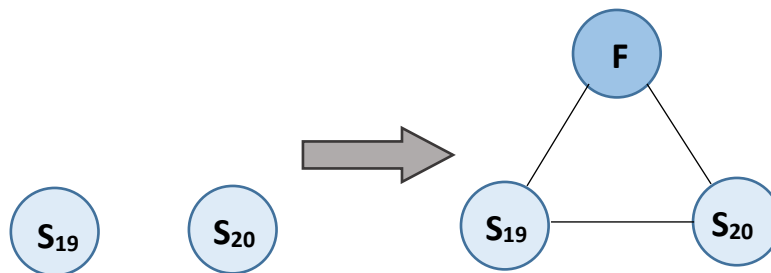


Figura 6.51 - Sistema completo após introdução de F (Problema 8)

6.9. Introdução de OPL's

Na problemática 9, de informações importantes estarem escritas em cartão, nas máquinas, ou serem desconhecidas por parte dos operadores é inaceitável. Assim, a substância S21 é os “operadores”, a substância S22 “informações” e o campo F o “acesso às informações”. Este sistema é, então, um sistema completo ineficiente (vd. Figura 6.52).

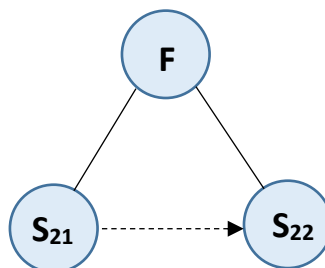


Figura 6.52 - Sistema completo ineficiente (Problema 9)

Neste caso, a solução é a criação de OPL's (*One Point Lesson*) com as informações necessárias para os operadores. Será então aplicada a solução geral 2, onde a substância S22 é modificada para S22' denominando-se de "Informações em OPL's".

Proposta de introdução de OPL's

As OPL's são instruções visuais ou informações importantes para os operadores seguirem que são colocadas no local relativo ao seu conteúdo. De seguida serão apresentadas as OPL's introduzidas para os casos descritos acima.

Informações escritas em cartão ou nas máquinas

Como se pode observa na figura 6.53, apresentada abaixo, as informações são importantes para a operação correta da máquina. A figura é relativa ao atraso de impressão (posicionamento) do laser da RAMA. O mesmo caso se verificou na informação relativa às guias dos packs da mesma máquina, a RAMA, que estava escrita em cartão.



Figura 6.53 - Informações relativas ao laser da RAMA escritas na máquina

Informações desconhecidas

Algumas informações relativas ao posto ou à operação da máquina eram desconhecidas do operador, como, envolver a paleta do restante cartão da RAMA, aquando a marca ou o formato

forem alterados, para o empilhador levar para o armazém. Também a informação relativa do programa a seleccionar no pasteurizador e respetivas temperaturas.

A solução foi então a introdução de OPL's nos locais apropriados para essas informações, como se pode observar nas figuras que se seguem. As figuras 6.54 e 6.55 são relativas às informações escritas em cartão ou nas máquinas e as figuras 6.56 e 6.57 às informações desconhecidas.

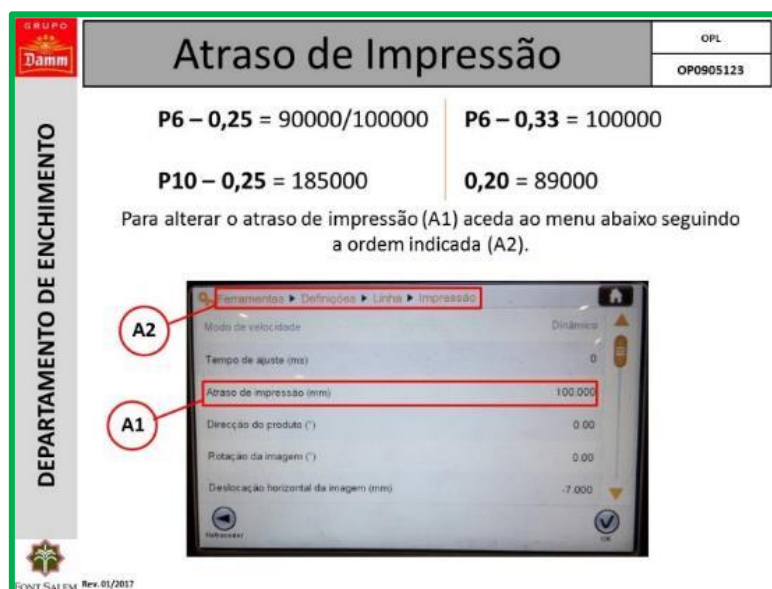


Figura 6.54 - OPL relativa ao atraso de impressão



Figura 6.55 - OPL relativa ao formato 12 - 2x3 - 20cl Cuello Fuera



Figura 6.56 - OPL relativa à alteração do cartão do pack na RAMA

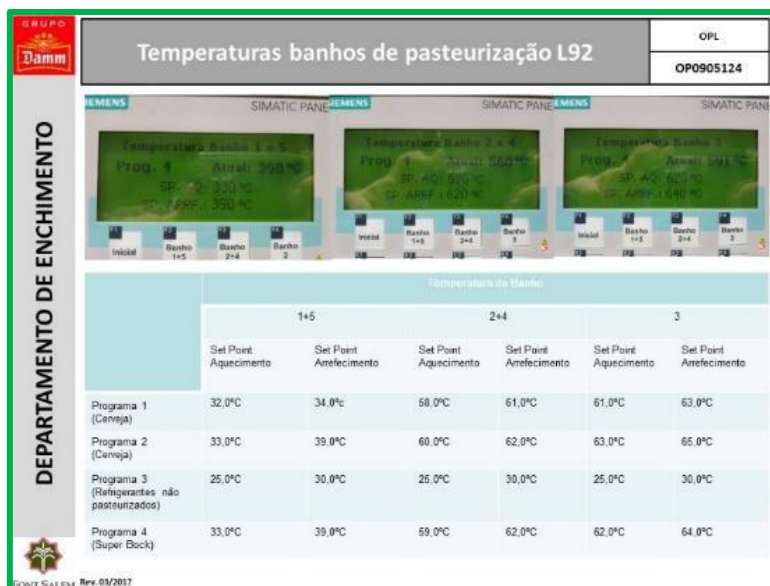


Figura 6.57 - OPL relativa à temperatura de banhos da pasteurização

A introdução de OPL's fez com que o sistema se tornasse completo (vd. Figura 6.58).

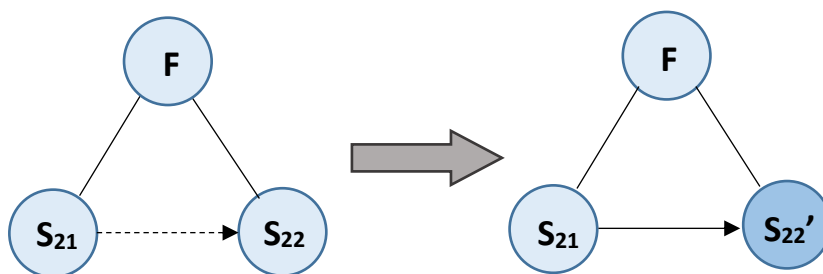


Figura 6.58 - Sistema completo após introdução de S22'

6.10. Implementação de um painel de controlo

Rótulos sem cola, rótulos do avesso e garrafas com mais do que um rótulo, problema 10, levaram a uma reclamação por parte de um cliente difícil de conquistar no mercado da cerveja. Este problema foi causado pela falta de controlo por parte do operador e pela falta de formação do mesmo. Os rótulos sem cola foram devido à obstrução do rolo de cola por um rótulo, as garrafas com mais de um rótulo foram devido à acumulação de cola nas pás dos rótulos, os rótulos do avesso foram por falta de atenção do operador. Deste modo, a substância S23 são os “operadores” a substância S24 as “garrafas rotuladas”. Com isto, este é um sistema incompleto como representado na figura 6.59.



Figura 6.59 - Sistema incompleto (Problema 10)

Para evitar defeito da rotulagem foi feito um painel de controlo com informação relativa à reclamação, ao controlo da rotulagem e respetiva formação. Este painel foi inserido no posto de trabalho em causa. A solução aplicada é, desta forma, a solução geral 1, onde é inserido um campo F no sistema. O campo F irá então denominar-se por “controlo da rotulagem com painel de controlo implementado”.

Proposta de painel de controlo

Inicialmente, após uma análise da reclamação foi planeada uma estrutura para o painel de controlo contendo os seguintes elementos:

- Imagens dos diferentes tipos de rotulagem defeituosa;
- Formulário de resolução de problemas contendo diagrama de *Ishikawa* e análise da causa raiz através dos “5 porquês”;
- OPL;
- Instrução de trabalho (IT);
- Mensagem “forte”;

Imagens dos diferentes tipos de rotulagem defeituosa

No início do painel foram colocadas imagens relativas aos três tipos de rotulagem defeituosa que ocorreram, por forma transmitir aos operadores da rotuladora o que contribuiu para a existência da reclamação.

Os três tipos de rotulagem defeituosa são:

- Rótulos sem cola;



Figura 6.60 - Rótulos sem cola

- Garrafas com mais do que um rótulo;



Figura 6.61 - Garrafas com mais do que um rótulo

- Rótulos do avesso;



Figura 6.62 - Rótulos do avesso

Formulário de resolução de problemas

Este formulário foi feito a partir de um *template* já existente constituído por 7 passos. O primeiro passo foca-se na descrição do problema onde é mencionado o problema, o local onde ocorreu, quando ocorreu, a sua magnitude, e a tendência (vd. Tabela 6.3).

Tabela 6.3 - Representação do passo 1

PASSO 1: Descrição						
Qual é o problema? Má rotulagem L92.						
Onde acontece? Rotuladora L92.						
Quando acontece? 14 e 15 de Fevereiro de 2017						
Qual é a dimensão? Muito grande, reclamação que coloca em causa a qualidade do nosso produto e da marca em causa.						
Qual é a tendência (melhorar, manter ou piorar)? Manter						

O segundo passo consiste na elaboração do diagrama de Ishikawa com o intuito de analisar o problema, identificar e organizar as causas que possam ter conduzido ao efeito em questão. Como tal, as causas identificadas estão representadas no diagrama de Ishikawa esquematizado pela figura 6.63.

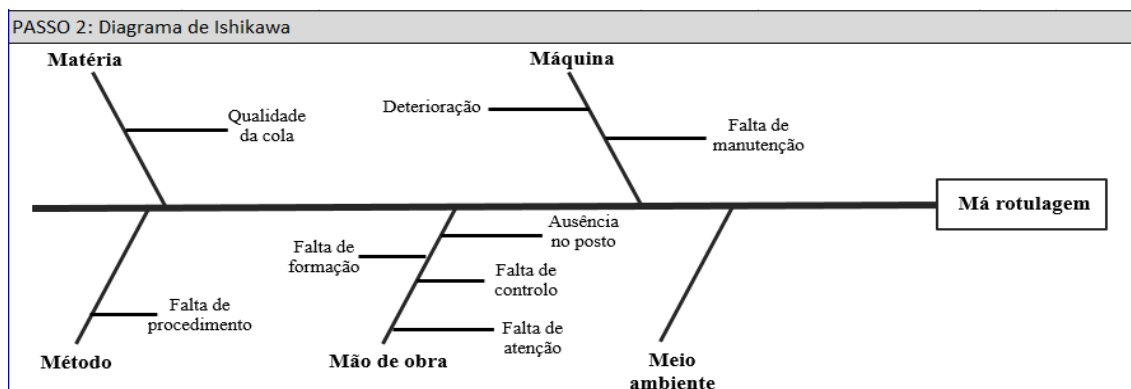


Figura 6.63 - Representação do passo 2

No terceiro passo são anotadas as causas mais prováveis analisando o diagrama feito no passo anterior. Assim, chegou-se à conclusão que as causas mais prováveis são a falta de controlo e a falta de formação.

Deste modo, foi possível fazer a análise da causa raiz para as duas causas mais prováveis através da técnica dos “5 porquês”, concluindo que para a falta de controlo a causa foi a inexistência de instrução de trabalho e para a falta de formação foi não se ter achado necessário esta formação. Este é o quarto passo do formulário (vd. Tabela 6.4).

Tabela 6.4 - Representação do passo 4

PASSO 4: Os 5 Porquês	
Causa: Falta de controlo	Causa: Falta de formação
Porquês? Variabilidade nos métodos de trabalho	Porquês? Inexistência de Instrução de trabalho
Porquês? Falta de formação e informação	Porquês? Não houve preocupação em fazê-la
Porquês? Inexistência de instrução de trabalho	Porquês? Não se achou necessário
Porquês?	Porquês?
Porquês?	Porquês?

O passo 5 é relativo à solução a implementar para resolver as causas do problema em análise. Assim, a solução é aumentar o controlo por parte do operador na rotuladora, formando-o para tal e o operador ser fixo, permanecendo sempre no posto.

Com o objetivo de atingir a solução referida acima, o sexto passo corresponde ao plano de ação a aplicar nesta problemática. O plano de ação contém as intervenções a aplicar, o responsável de cada uma e o prazo para aplicá-las (vd. Tabela 6.5).

Tabela 6.5 - Representação do passo 6

PASSO 6: Plano de ação		
O que ?	Responsável	Até quando?
Operador fixo na rotuladora (permanência no posto).	Team leader	08-05-2017
Formar operador para o controlo da rotuladora e informar sobre a importância desta tarefa.	Chefe de enchimento	15-06-2017
Instrução de trabalho sobre controlo da rotuladora.	Dpto. Enchimento	08-05-2017
Criação de painel de controlo.	Dpto. Enchimento	15-06-2017

O último e sétimo passo passa pelo controlo do plano de ação, de modo a verificar se este foi cumprido e se a solução resolveu o problema definitivamente.

Este formulário de resolução de problemas está em “anexos” (vd. Anexo F).

OPL

As OPL's, como já foi referido no subcapítulo 6.9, são instruções visuais ou informações importantes para os operadores seguirem, que, neste caso, serão referentes ao controlo da cola nos rótulos de modo a identificar se o rolo de cola está obstruído e da posição dos rótulos para não ficarem do avesso (vd. Figura 6.64).



Figura 6.64 - OPL relativa à obstrução do rolo de cola e posição dos rótulos

Instrução de trabalho (IT)

A instrução de trabalho foi feita de modo a formar o operador relativamente aos três tipos de rotulagem defeituosa.

Relativamente à falta de cola nos rótulos o operador deve desobstruir rolo de cola (A1) e retirar as últimas garrafas da rotuladora e à saída da mesma para não passar nenhuma garrafa sem cola no rótulo (vd. Figura 6.65).

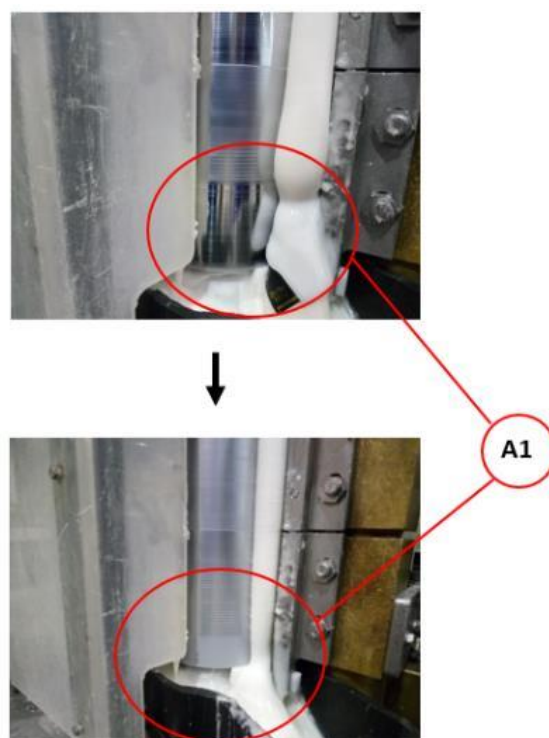


Figura 6.65 - Desobstrução do rolo de cola

No que diz respeito à existência de rótulos do avesso, não pode existir falta de atenção por parte do operador ao fazer a reposição dos rótulos, contra-rótulos e gargantilhas. Quanto às garrafas com mais do que um rótulo, a solução é fazer a limpeza das pás e retirar últimas garrafas da rotuladora e saída da mesma.

Esta instrução de trabalho está presente em “anexos” (vd. Anexo G).

Mensagem “forte”

Por último, foi colocado no painel uma mensagem “forte” com o objetivo de alertar os operadores para a importância de uma boa rotulagem. Esta mensagem foi feita através de uma pergunta – “Qual destas compraria?”.

Abaixo da pergunta foi colocada uma imagem com uma garrafa com rotulagem correta, contornada a verde, e três garrafas, contornadas a vermelho, de cada tipo de rotulagem defeituosa.

A figura 6.66 apresenta o painel implementado no posto de trabalho.



Figura 6.66 - Painel de controlo implementado relativo à rotulagem defeituosa

Através deste painel o sistema ficou completo (vd. Figura 6.67).



Figura 6.67 - Sistema completo após introdução de F (Problema 10)

6.11. Instalação de um sistema de detecção de cápsulas

Este último problema centraliza-se na existência de garrafas sem cápsula e a impossibilidade de as detetar, pois não existem equipamentos para essa finalidade. A substância S25 será, neste caso, as “garrafas”, a substância S26 as “garrafas sem cápsula”. Assim, está-se perante um sistema incompleto (vd. Figura 6.68).



Figura 6.68 - Sistema incompleto (Problema 11)

A resolução deste problema passa pela instalação de um sistema de detecção de cápsulas nos transportadores de embalagens após a SMI. Este sistema é composto por sensores de metal posicionados acima das embalagens, quando estas passam. Se for detetada a falta de cápsula, a embalagem é rejeitada para um transportador com destino ao posto de trabalho das embaladoras onde esta é retirada e analisada pelo operador. Esta solução é a solução geral 1, onde é inserido um campo F, que, neste caso, é designado de “sistema de detecção de cápsulas”. Na figura 6.69 está apresentado o sistema instalado.



Figura 6.69 - Sistema de detecção de cápsulas

A instalação deste sistema tornou, desta forma, o sistema incompleto em completo (vd. Figura 6.70).



Figura 6.70 - Sistema completo após introdução de F (Problema 11)

7. Conclusões

Perante a competitividade e a concorrência crescente no mundo atual, é imperativo que as empresas busquem cada vez mais a inovação, através de novas estratégias, complementadas com os métodos de gestão tradicionais. Neste contexto, as empresas, procuram novas metodologias e abordagens por forma a assegurem a sua sustentabilidade e competitividade.

Através da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ, as empresas buscam a inovação, melhoria contínua e eliminação de desperdícios com o objetivo de maximizar os lucros e reduzir o tempo de resposta ao mercado.

Este estudo teve como objetivo a melhoria da linha de enchimento de garrafas de vidro na fábrica Font Salem, para que a produtividade aumentasse e os tempos de paragens não planeadas e as quebras reduzissem. Para tal, após uma análise inicial da linha e dos seus processos foi feito um *brainstorming* com vários departamentos e com o *team leader* da linha em questão para identificar contradições nos processos de produção que conduziam a desperdícios de várias naturezas.

Com isto, foram elaboradas propostas de melhoria para os problemas e oportunidades de melhoria identificados. Estas propostas realizaram-se através da implementação de ferramentas analíticas da filosofia *Lean*: SMED, 5S, TPM, Normalização do trabalho, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, e técnicas da metodologia TRIZ: Matriz de Idealidade e Análise Substância-Campo.

Primeiramente foi utilizada a Matriz de Idealidade onde foi possível identificar os conflitos entre os parâmetros das embaladoras e calcular o nível de idealidade que inicialmente tinha o valor baixo de 0,41. Por forma a aumentar a idealidade foi proposta a utilização da ferramenta TPM, apostando assim na manutenção das embaladoras. Desta forma a idealidade aumenta para 1,4.

Para as restantes problemáticas foi utilizada a Análise Substância-Campo que permitiu solucionar as mesmas. O segundo problema passou pela utilização da ferramenta SMED e Normalização do trabalho para reduzir os tempos de trocas de formato nos postos de trabalho e normalizar as mesmas. A aplicação destas duas ferramentas resultou numa diminuição da troca de formato no posto da enchedora de 17,5% (32 minutos).

A solução dos restantes problemas passou pela aplicação da metodologia 5S, Normalização do trabalho, alteração de autocontrolos, introdução de OPL's, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, implementação de um painel de controlo e instalação de um equipamento de deteção de cápsulas.

Estas soluções permitiram uma melhoria na organização e limpeza da linha e um melhor controlo da produção realizada na mesma.

A aplicação da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ durante a realização do estudo também conduziram a uma maior motivação e disciplina por parte dos operadores e criaram um hábito de melhoria contínua por parte da empresa e dos seus colaboradores.

A filosofia *Lean* e a metodologia TRIZ demonstraram ser duas matérias que se complementam entre si, permitindo que empresas inovem e melhorem continuamente os seus processos por forma a atingirem os seus objetivos e aumentarem a sua competitividade.

7.1. Propostas para trabalhos futuros

Com este estudo foi possível apresentar várias melhorias, ainda assim, podem ser identificadas algumas sugestões a desenvolver em trabalhos futuros, nomeadamente a implementação do TPM proposto para as embaladoras RAMA e SMI, por forma a aumentar a produtividade e a multifuncionalidade das mesmas, a implementação de instruções de trabalho e *checklists* de procedimento e de ferramentas para as restantes máquinas presentes na linha, a aplicação do SMED nos restantes formatos e restantes máquinas da linha, garantir o controlo e a continuação das melhorias implementadas durante a produção e nas trocas de formato, continuar a introduzir melhorias no processo de produção da linha, introduzir mais indicadores de desempenho por forma a “conhecer” melhor a linha e com o objetivo de promover mais melhorias a implementar na linha, introduzir mais ferramentas e técnicas da metodologia TRIZ e da filosofia *Lean*.

Referências Bibliográficas

- Altshuller, G., 1995. *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems*. Luxembourg, Luxembourg: Gordon and Breach Publishers.
- Altshuller, G., 2007. *The Innovation Algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Worcester, USA: Technical Innovation Center, Inc.
- Altshuller, G., Zlotin, B., Zusman, A. e Philatov, V., 1999. *Tools of Classical TRIZ*. Florida, USA: Ideation International Incorporated.
- Bhasin, S., e Burcher, P., 2006. *Lean viewed as a philosophy*. Journal of Manufacturing Technology Management. 17:1, pp. 56-72. <http://doi.org/10.1108/17410380610639506>.
- Bicheno, J., 2000. *The Lean Toolbox*. England, UK: Picsie Books.
- Esmail, A., 2011. *Patient safety in your practice*. Pulse, 71:3, pp. 22-23.
- Fey, V., e Rivin, E., 1997. *The Science of Innovation: A Managerial Overview of the TRIZ Methodology*. Southfield, USA: TRIZ Group.
- Found, P., Griffith, G., Harrison, R. e Hines, P., 2008. *Staying Lean: thriving, not just surviving*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre.
- Gadd, K., 2011. *TRIZ For Engineers: Enabling Inventive Problem Solving*. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Galley, M., 2012. *Improving on the Fishbone - Effective Cause-and-effect Analysis: Cause Mapping*. Disponível em: www.fishbonerootcauseanalysis.com, acedido em 28 de julho 2017.
- Gershenson, J., Jambekar, A., Pavnaskar, S., 2003. *Classification scheme for Lean manufacturing tools*. International Journal of Production Research, 41:13, pp. 3075-3090. <http://doi.org/10.1080/0020754021000049817>.
- Goubergen D., Landeghem H., 2002. *Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 18:3-4, pp. 205-214. [http://doi.org/10.1016/S0736-5845\(02\)00011-X](http://doi.org/10.1016/S0736-5845(02)00011-X). Junho-Agosto 2002.
- InnoSkills, 2009. *InnoSkills - Competências de Inovação para PMEs*. InnoSkills. Disponível em: http://www.innosupport.net/uploads/media/4.9._TRIZ_01.pdf, acedido em 28 de julho 2017.
- Ishikawa, K., 1988. *What is total quality control? the Japanese way*. Englewood Cliffs, USA: Prentice Hall.
- Kim, C., Hayman, J., Billi, J., Lash, K., Lawrence, T., 2007. *The application of lean thinking to the care of patients with bone and brain metastasis with radiation therapy*. Journal of Oncology Practice, 3:4, pp. 189-193. <http://doi.org/10.1200/JOP.0742002>. Julho 2007.
- Lean Enterprise Institute, 2003. *Lean Lexicon: a graphical glossary for lean thinkers*. Cambridge, USA: Lean Enterprise Institute.

- Mao, X., Zhang, X., e AbouRizk, S., 2007. *Generalized Solutions for Su-Field Analysis*, The TRIZ Journal. Disponível em: <https://triz-journal.com/generalized-solutions-for-su-field-analysis/>, acessado em: 27 de julho 2017. Agosto 2007.
- Melton, T., 2005. *The benefits of Lean manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Chester: Chemical Engineering Research and Design, 83:6, pp. 662-673. <http://doi.org/10.1205/cherd.04351>. Junho 2005.
- Monden, Y., 1998. *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Norcross, USA: Engineering and Pressure.
- Nakajima, S., 1998. *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Cambridge, UK: Productivity Press.
- Navas, H., 2013a. *TRIZ: Uma metodologia para a resolução de problemas*. Guia de Empresas Certificadas. Lisboa, Portugal: Cem Palavras Comunicação Empresarial, Lda, pp. 26-30.
- Navas, H., 2013b. *TRIZ: Design Problem Solving with Systematic Innovation*. Advances in Industrial Design Engineering. InTech, pp. 75-97. <http://dx.doi.org/10.5772/55979>.
- Navas, H., 2014a. *Fundamentos do TRIZ: Parte II - Níveis de Inovação*. Inovação e Empreendedorismo. Vida Económica, 51, p. 3. Maio 2014.
- Navas, H., 2014b. *Fundamentos do TRIZ: Parte III - Contradições Técnicas e Físicas*. Inovação e Empreendedorismo. Vida Económica, 52, p. 3. Junho 2014.
- Navas, H., 2014c. *Fundamentos do TRIZ: Parte IV - Análise de Recursos*. Inovação e Empreendedorismo. Vida Económica, 53, p. 3. Julho 2014.
- Navas, H., 2014d. *Fundamentos do TRIZ: Parte V - Idealidade de um Sistema*. Inovação e Empreendedorismo. Vida Económica, 54, p. 3. Setembro 2014.
- Navas, H., 2014e. *Fundamentos do TRIZ: Parte VIII - Modelo Substância-Campo*. Inovação e Empreendedorismo. Vida Económica, 57, p. 3. Dezembro 2014.
- Navas, H., 2015a. *Fundamentos do TRIZ: Parte X - Evolução de Sistemas*. Inovação e Empreendedorismo. Vida Económica, 59, p. 6. Fevereiro 2015.
- Navas, H., 2015b. *TRIZ e o ciclo de vida de produtos*. Inovação e Empreendedorismo. Vida Económica, 67, p. 5. Novembro 2015.
- NHSIII, 2008. *Improvement Leaders Guide*. Coventry, UK: NHSIII – Institute for Innovation and Improvement.
- Ohno, T., 1988. *The Toyota Production System: Beyond Large Scale-Production*. Portland, USA: Productivity Press.
- PAC, 2017. *5S/Visual Workplace Handbook: Building the foundation for continuous improvement*, PAC - Production Automation Corporation. Disponível em: <https://www.gotopac.com/media/pdf/articles/5S-Handbook.pdf>, acessado em 18 de julho 2017.

- Pelletier Consulting, 2014. *"The 5 Whys": Root Cause Analysis*, Pelletier Consulting. Disponível em: <http://www.doe.mass.edu/acls/cp/referenced/5Whys-p24.pdf>, acessado em: 19 de Julho 2017.
- Pinto, J., 2009. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa, Portugal: Lidel.
- Rodrigues, M. e Hatakeyama, K., 2006. *Analysis of the fall of TPM in companies*. Journal of Materials Processing Technology, 179:1-3, pp. 276-279. <http://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.03.102>. Outubro 2006.
- Rother, M., e Harris, R., 2002. *Creating continuous flow*. Cambridge, USA: Lean Enterprise Institute.
- Savransky, S., 2000. *Engineering of Creativity- Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*. New York, USA: CRC Press.
- Shingo, S., 1985. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Portland, USA: Productivity Press.
- Sondalini, M., 2011. *Understanding How to Use The 5-Whys for Root Cause Analysis*, Lifetime Reliability Solutions, 61:0, 9. Disponível em: http://www.lifetime-reliability.com/tutorials/lean-management-methods/How_to_Use_the_5-Whys_for_Root_Cause_Analysis.pdf, acessado em: 26 de Julho 2017.
- Spear, S., e Bowen, H., 1999. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. Harvard Business Review, 77:5, pp. 96-106. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=2216294&site=ehost-live>, acessado em: 18 de Julho 2017. Setembro 1999.
- Suzaki, K., 1987. *New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*. New York, USA: Free Press.
- Terninko, J., 2000. *Su-field Analysis*. The TRIZ Journal. Disponível: <https://triz-journal.com/su-field-analysis/>, em acessado: 27 de Julho 2017. Fevereiro 2000.
- Terninko, J., Domb, E. e Miller, J., 2000. *The Seventy six Standard Solutions, with Examples Section One*. The TRIZ Journal. Disponível em: <https://triz-journal.com/seventy-six-standard-solutions-examples-section-one/>, acessado em: 28 de julho 2017. Fevereiro 2000.
- Terninko, J., Zusman, A., e Zlotin, B., 1998. *Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ*. New York, USA: CRC Press.
- Venkatesh, J., 2007. *An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. Disponível em: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml, acessado em: 20 de julho 2017.
- Werkema, C., 2006. *Lean seis sigma: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing*. Belo Horizonte, Brasil: Werkema Editora.
- Womack, J., e Jones, D. T., 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, USA: Free Press.

Anexos

Anexo A – Autocontrolos preenchidos pelos operadores



AUTOCONTROLO L92 - PASTEURIZADOR



DATA		COLABORADOR		CHEFE DE TURNO	
TURNO					

VERIFIQUE NA ORDEM DE SAP SE O PRODUTO A PRODUZIR É OU NÃO PASTEURIZADO. AINDA QUE O PRODUTO NÃO SEJA PASTEURIZADO DEVE FAZER O CONTROLO DO PASTEURIZADOR.

NOME DO PRODUTO EM PRODUÇÃO	ESPECIFICAÇÕES DA PASTEURIZAÇÃO. VER ORDEM SAP	Temperaturas e Ups	OK/NOK
-----------------------------	---	--------------------	--------

CONTROLO DA PASTEURIZAÇÃO

Registar as temperaturas quando o pasteurizador está em andamento. Sempre que se verificarem temperaturas NOT OK avisar de imediato o Chefe de Turno. Assinalar com um **X** o PROGRAMA correspondente.

RETIRE AS TEMPERATURAS SEMPRE COM O PASTEURIZADOR EM ANDAMENTO	VERIFICAÇÃO DAS TEMPERATURAS INDIQUE A HORA/A Tª REAL/ E SE ESTÁ DENTRO DA Tª SET-POINT						PROGRAMA			
	HORA:		HORA:		HORA:		P1	P2	P3	P4
	INICIO TURNO	SET-POINT (OK/NOK)	MEIO TURNO	SET-POINT (OK/NOK)	FIM TURNO	SET-POINT (OK/NOK)	SET-POINTS (°C)			
CANAL 1 - Temperatura banho 1+5 (°C)							32-34	33-39	25-30	33-39
CANAL 2 - Temperatura banho 2+4 (°C)							58-61	60-62	25-30	59-62
<u>CANAL 3 - Temperatura banho 3 (°C)</u>							<u>61-63</u>	<u>63-65</u>	<u>25-30</u>	<u>62-64</u>
CANAL 4 - Velocidade piso superior (Hz)										
CANAL 5 - Velocidade piso inferior (Hz)										

Frequência variador (Hz)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tempo de trânsito (min)	110	100	91	84	78	73	68	64	61	58	55	52	50	48	46	44

A tabela dá indicação do tempo que as garrafas demoram a atravessar o pasteurizador em função da frequência dos variadores. Os valores das frequências são os mostrados no canal 4 e canal 5 do registador (escala 0 a 25)
ATENÇÃO: QUALQUER INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO

Observações:

OUTROS CONTROLOS DO PASTEURIZADOR

Verifique que o registador funciona correctamente e efetue as limpezas necessárias para que o pasteurizador funcione com eficiência de 2 em 2 horas.

REGISTADOR DE TEMPERATURAS	HORA:	SIM	NÃO	CONDIÇÃO E LIMPEZAS	Sim/Nao				
	Registo ligado ?				Hora				
	Data e hora do registador correctos ?				Filtros de aspiração das bombas limpos ?				
	Papel suficiente ?				Chuveiros desobstruídos ?				
	Registo legível ?				Limpeza superior dos banhos ?				

pH das águas	HORA:	ESPECIFICAÇÃO
	pH zona 1 + 5	
	pH zona pasteurização 3	
	pH zona 2 + 4	

6,5 a 7,5

CONTADOR ÁGUA

CONTAGEM INICIO DO TURNO

CONTAGEM FIM DO TURNO

Quant. Garrafas deitadas deitadas para o caldeiro à saída do pasteurizador ao longo do turno

Observações:

Anexo B – IT para a troca de formato na enchedora da L92



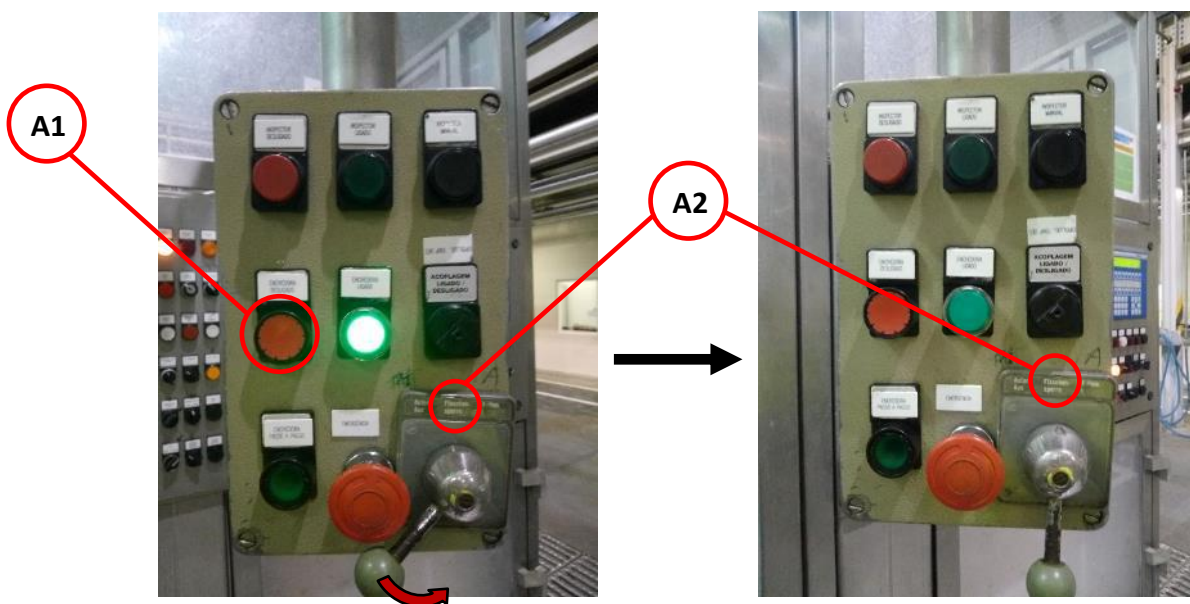
Troca de formato Enchedora L92

Damm

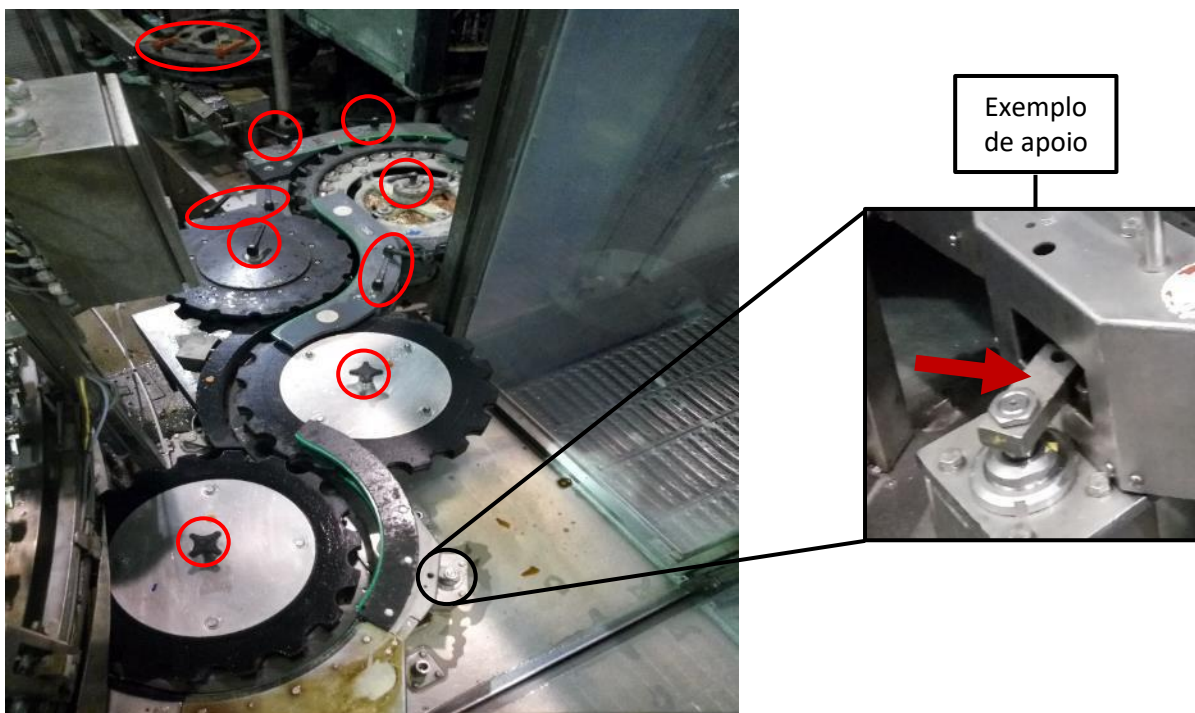
Recorde-se que deve respeitar sempre a sua Segurança e as normas de Segurança alimentar estabelecidas na Empresa.

Procedimento

- 1) Parar a máquina (A1) e colocar em "off" (A2).

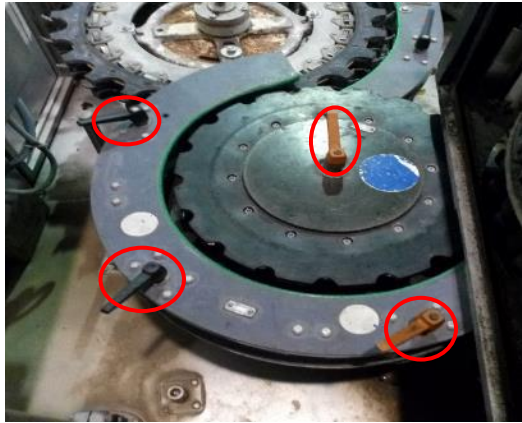


- 2) Desfixar as peças de formato e subir apoios.



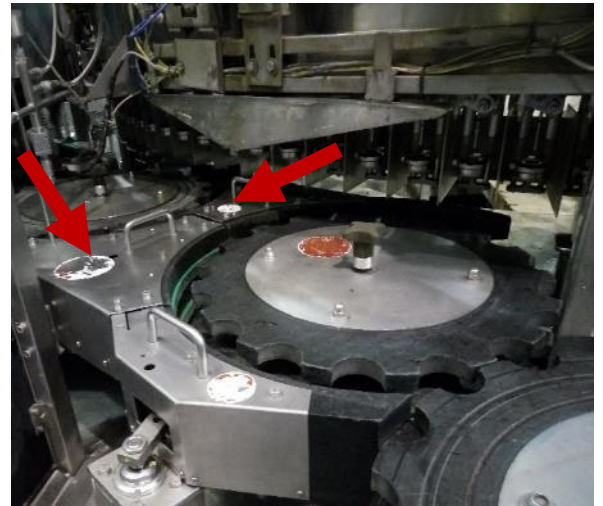
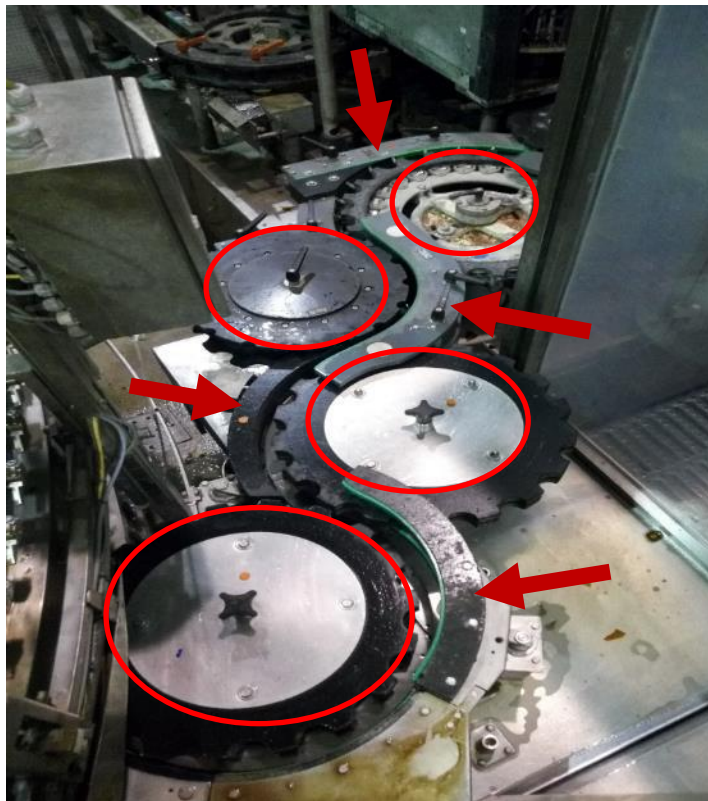


Troca de formato Enchedora L92

Damm

Desapertar pegas e retirar porcas

3) Retirar peças e rodas para o devido carrinho de formato.



IT090545

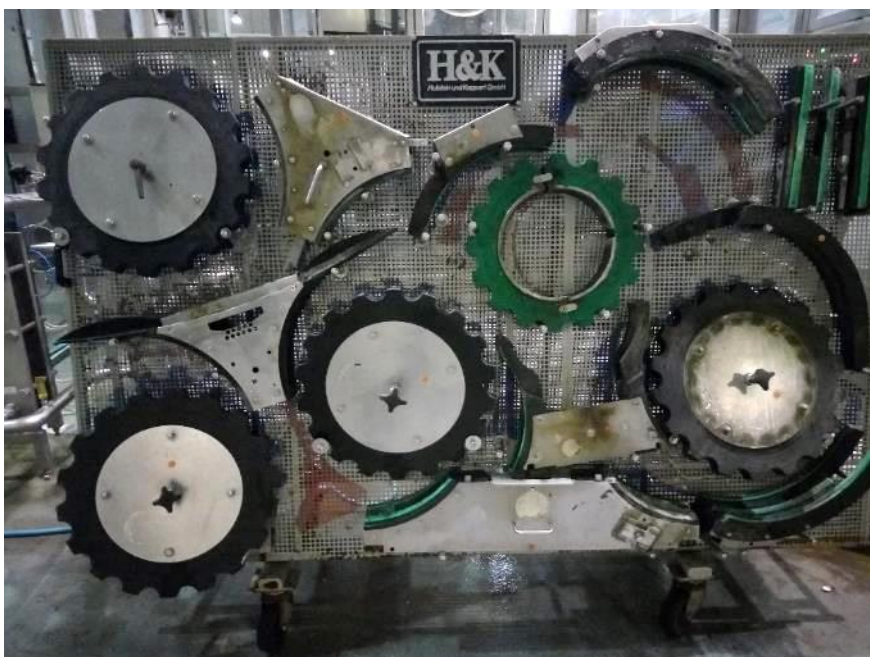
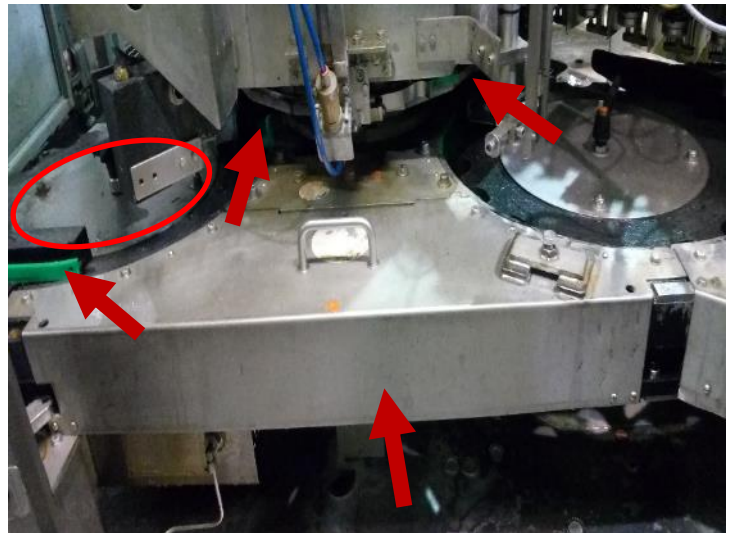
Dpto. de Enchimento/Qualidade

Revisão 1 (Abril 2017)



Troca de formato Enchedora L92

Damm



Exemplo de carrinho de formato



Troca de formato Enchedora L92

Damm

- 4) Começar a desmontar as peças da pull-off do capsulador para cápsula normal ou vice-versa (se possível com ajuda da manutenção).
- Retirar as restantes cápsulas normais (A4) ou PO (A5).
 - Desapertar os dois parafusos (A6) e desencaixar a peça (A7) para baixo.
 - Desapertar o parafuso (A8) e retirar a peça (A9).
 - Retirar zip (A10) para peça (A11) encostar e encaixar peça (A12).



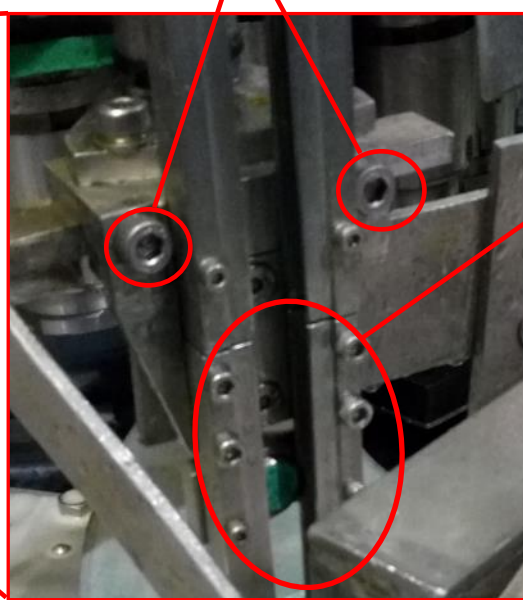
A4



A5



A6



A7

IT090545

Dpto. de Enchimento/Qualidade

Revisão 1 (Abril 2017)



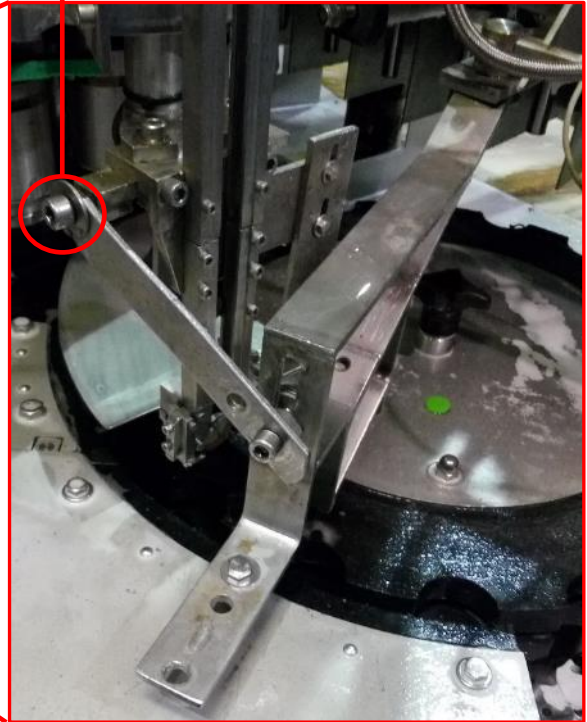
Troca de formato Enchedora L92

Damm

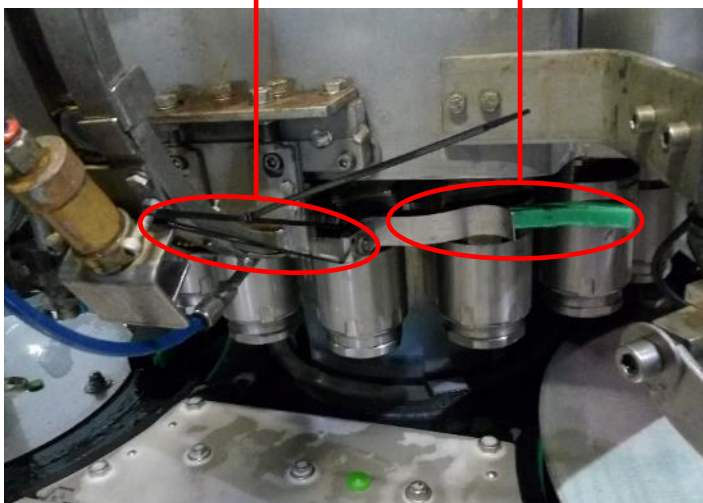
A9



A8



A10



A11



A12

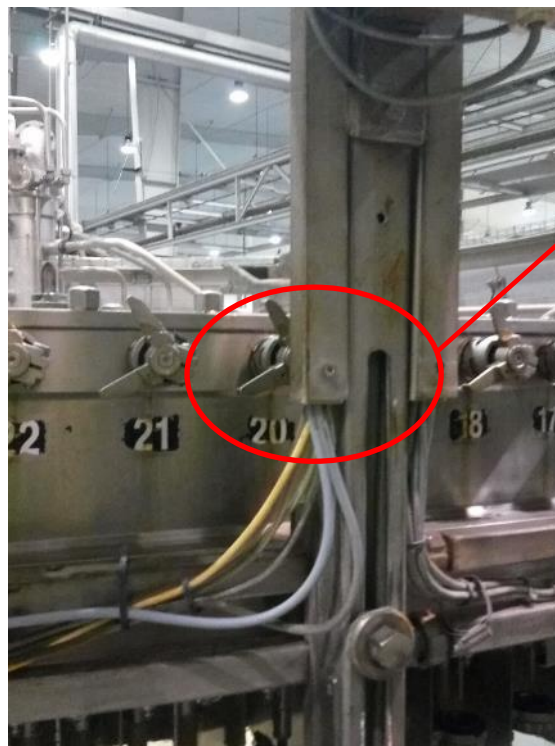




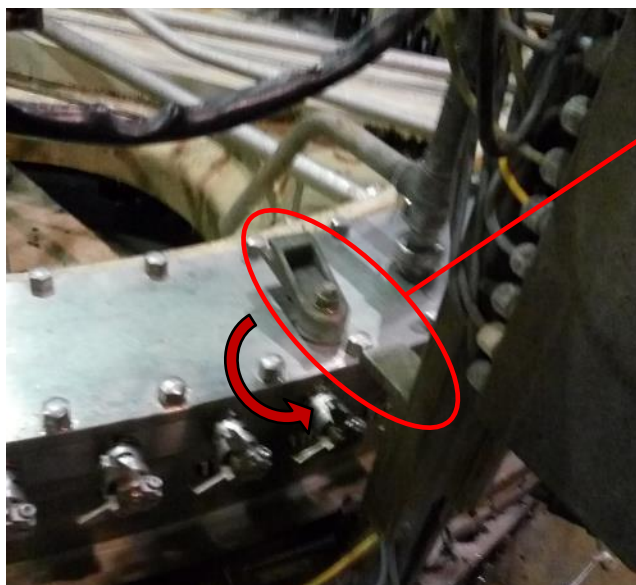
Troca de formato Enchedora L92

Damm

- 5) Colocar a enchedora na posição certa para mudança de altura. (Bico nº20 alinhado com o primeiro pilar) (B1)

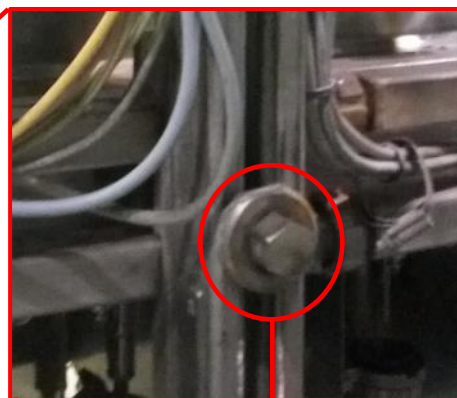
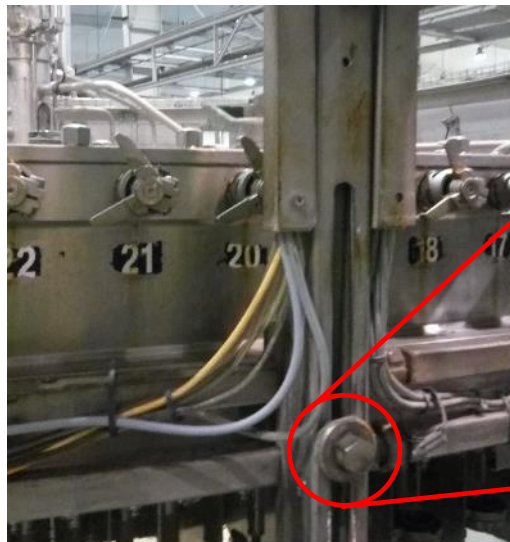


- 6) Colocar os suportes por cima da enchedora para subir ou descer a máquina conforme a garrafa (B2) e desapertar os parafusos de todos os pilares à volta da máquina (B3).





Troca de formato Enchedora L92

Damm**B3**

7) Ligar o ficha do motor à máquina e baixar os elevadores (C1).

**C1****C2**



Troca de formato Enchedora L92

Damm

- 8) Colocar uma garrafa do formato a ser utilizado no bico nº50. (C2)



- 9) Subir os elevadores (C3).



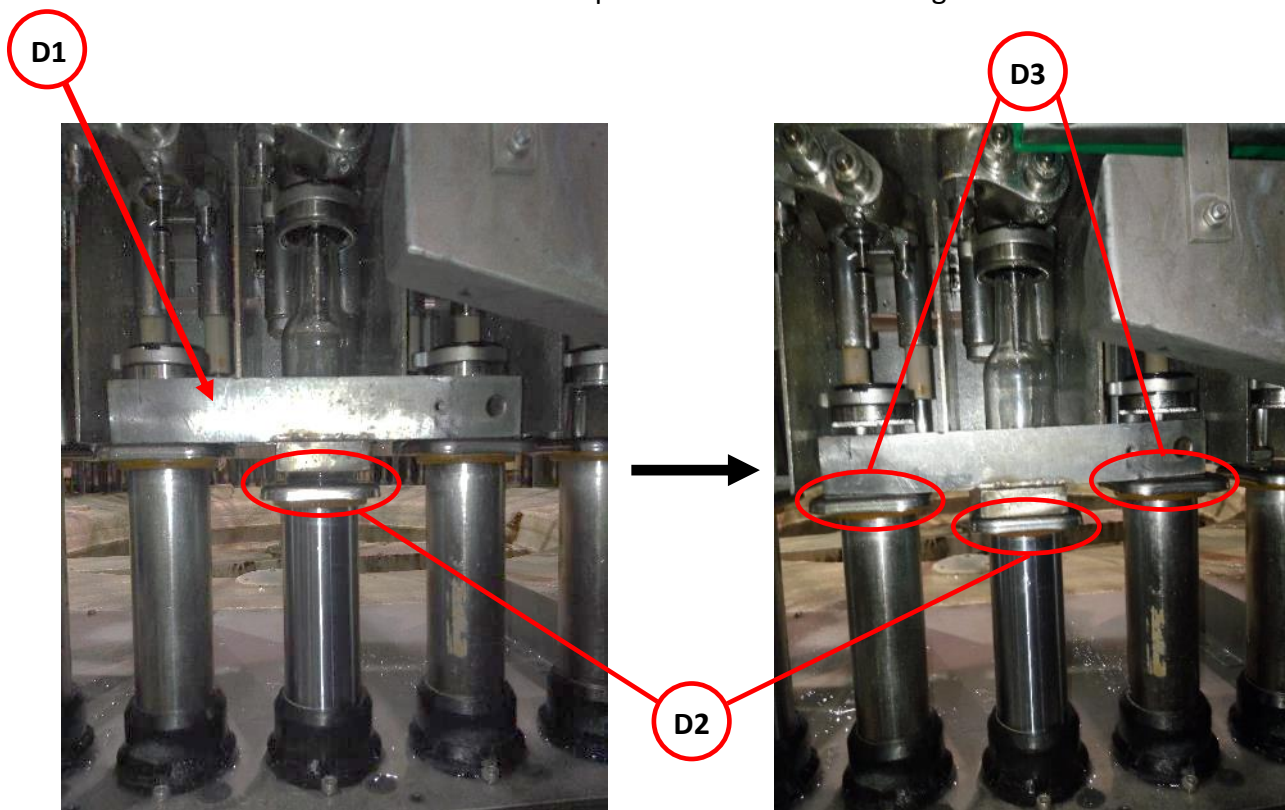


Troca de formato Enchedora L92

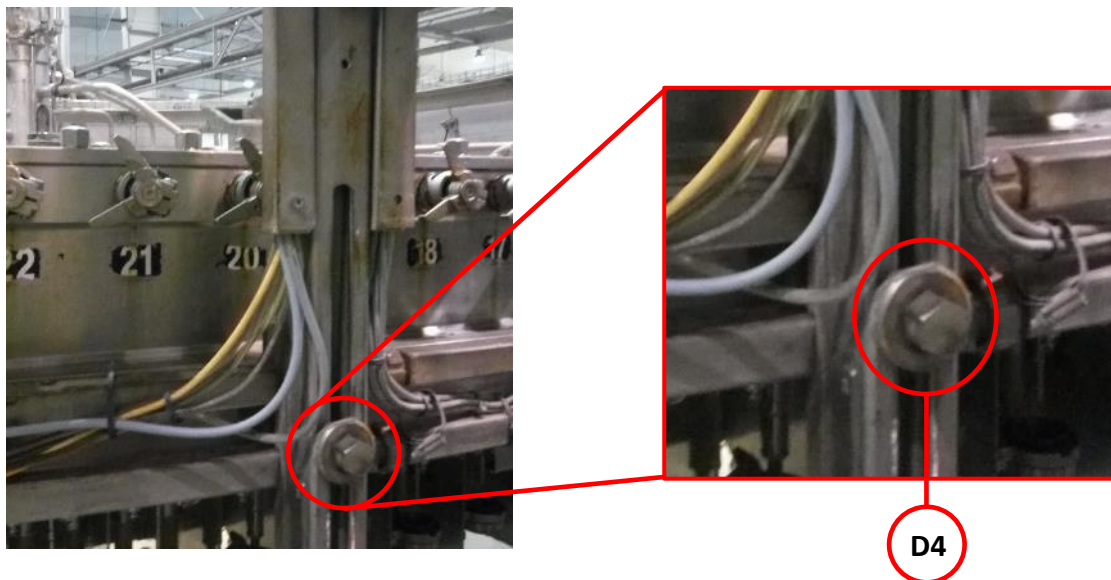
Damm

10) Subir ou descer a máquina para a altura exata da garrafa com auxílio da peça de ajuste de altura.

- Colocar peça de ajuste de altura (D1) como representado na figura.
- Subir ou descer elevadores por forma a não existir folga em “D2” e “D3”.

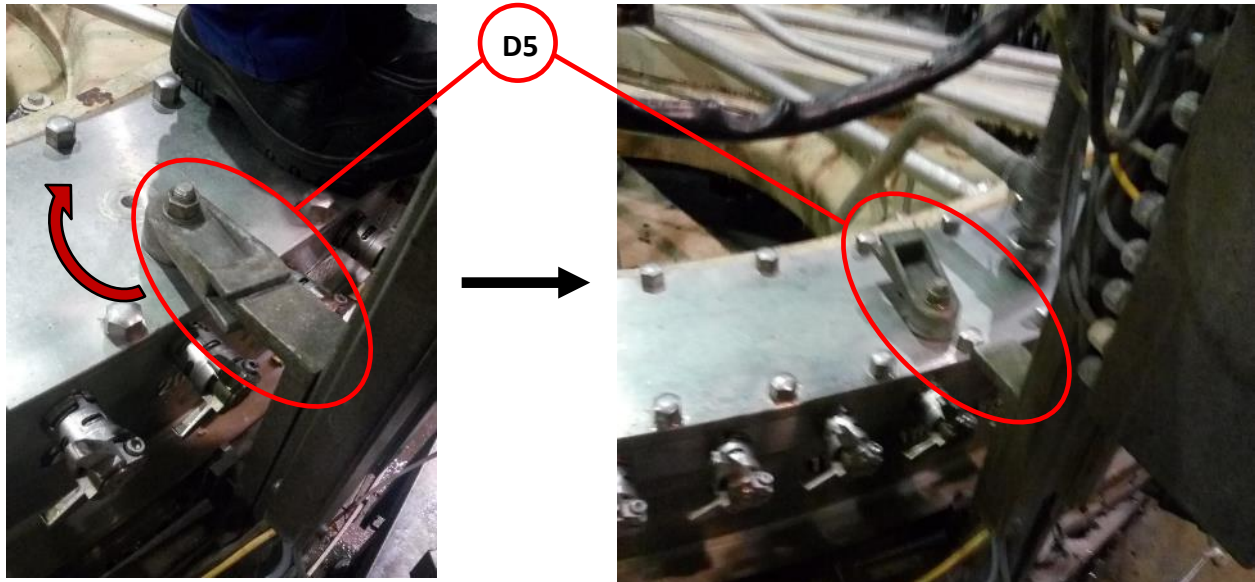


11) Depois de colocar a máquina na devida altura, desligar ficha “C2”, apertar todas as porcas à volta da máquina (D4) e virar os suportes para fora do sítio de onde estão (D5).

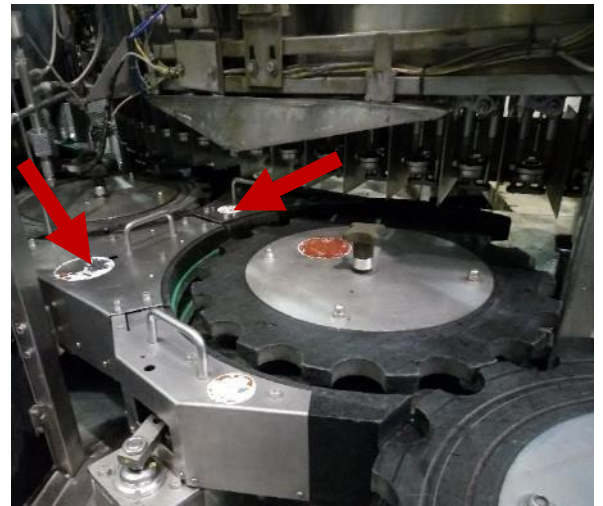
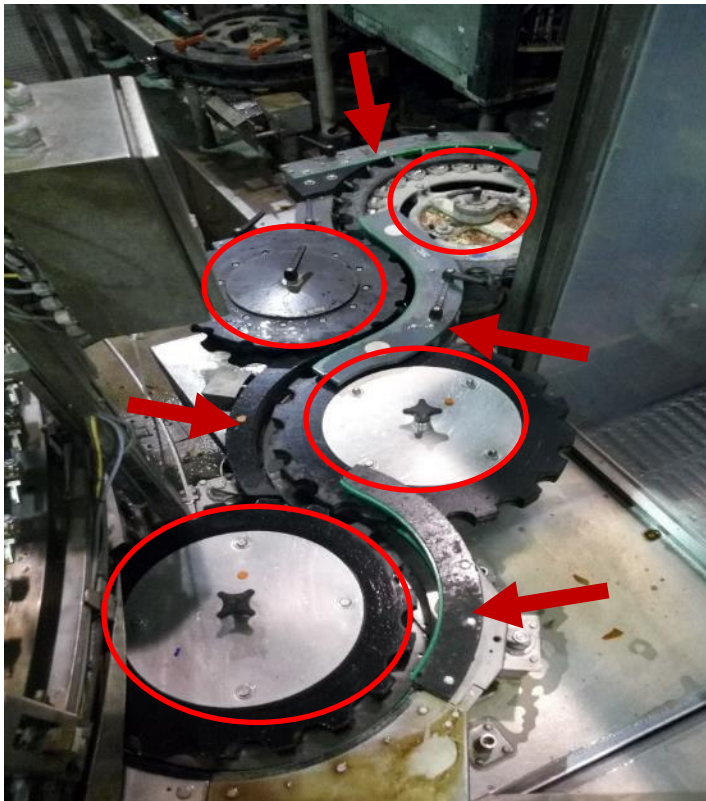




Troca de formato Enchedora L92

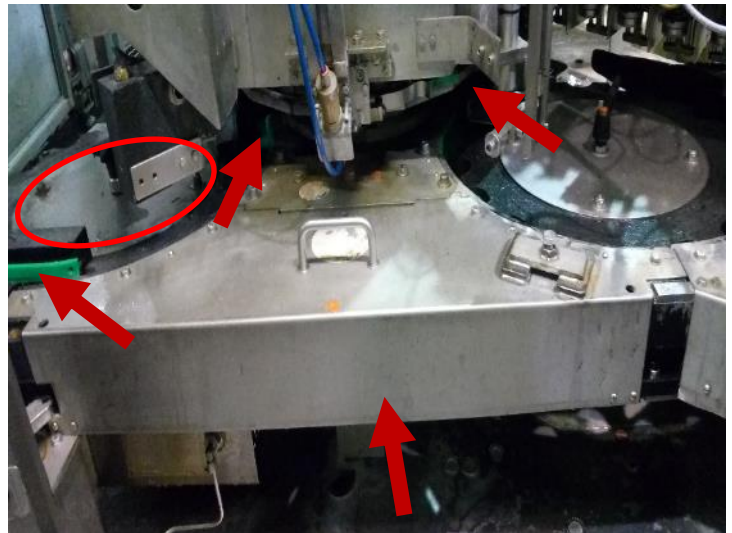
Damm

12) Colocar todas as peças de formato para a garrafa que vão utilizar.

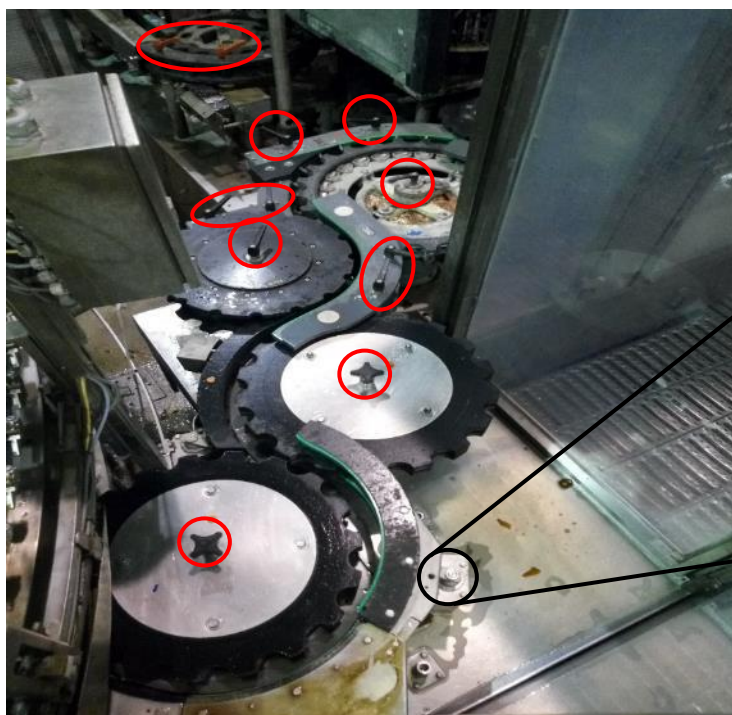




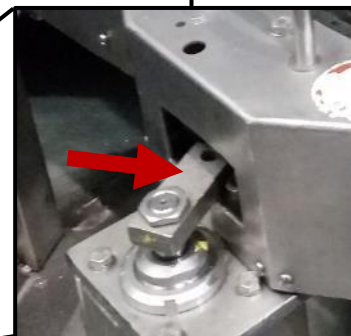
Troca de formato Enchedora L92

Damm

13) Fixar as peças de formato e baixar apoios.

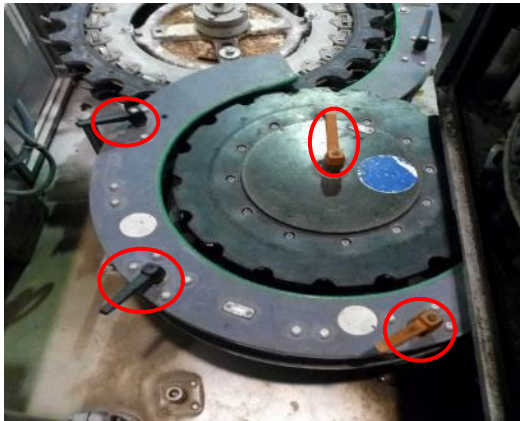


Exemplo
de apoio





Troca de formato Enchedora L92

Damm

Desapertar pegas e retirar porcas

- 14) Rodar manivela (E1) para subir ou descer garrafa de acordo com a garrafa que vão utilizar (E2).



E1

E2



Subir

Descer

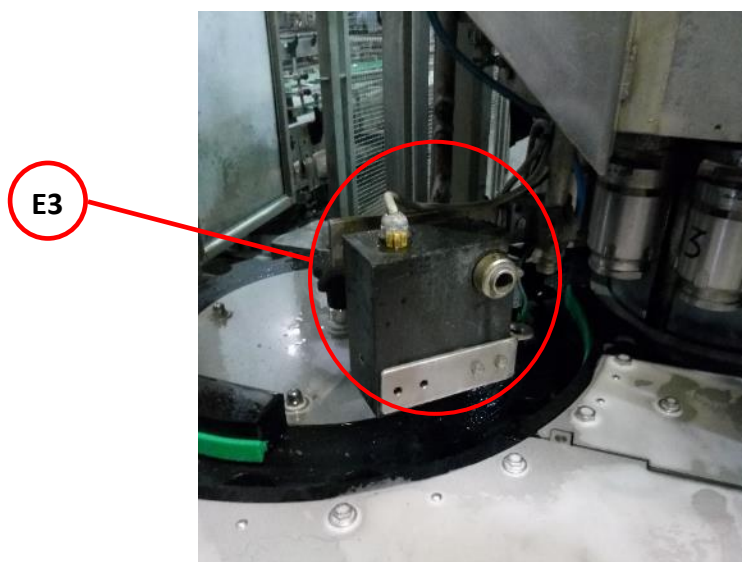


Troca de formato Enchedora L92

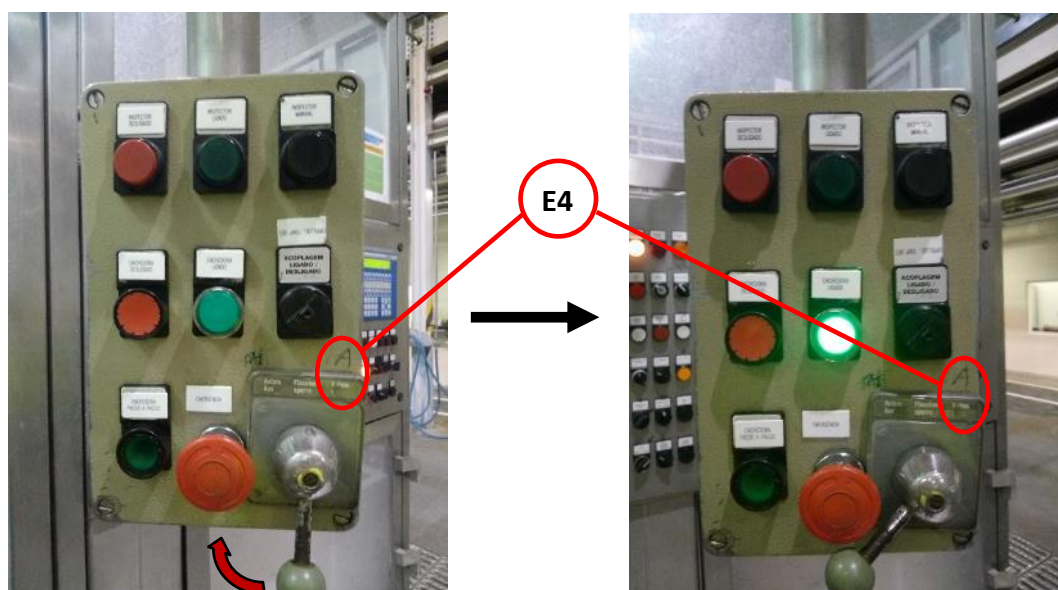
Damm

15) Com uma das garrafas que vai utilizar, acertar a altura do capsulador de cápsula normal ou PO para a cravação da cápsula.

- No caso da PO baixar ou subir a máquina até o gargalo da garrafa tocar no rebordo da pull-off.
- No caso de cápsula normal baixar ou subir a máquina até o teste da cápsula dar OK.
- Acertar altura de (E3).



16) Voltar a colocar a máquina em automático (E4) para início do enchimento.



Anexo C – Checklist de procedimento para a troca de formato na enchedora da L92

Enchedora





Checklist de procedimento para a troca de formato na ENCHEDORA

	Atividade	OK/NOK
1	Parar a máquina (A1) e colocar em “off” (A2).	
2	Desfixar as peças de formato e subir apoios.	
3	Retirar peças e rodas para o devido carrinho de formato.	
4	Começar a desmontar as peças da pull-off do capsulador para cápsula normal ou vice-versa (se possível com ajuda da manutenção).	
5	Colocar a enchedora na posição certa para mudança de altura. (Bico nº20 alinhado com o primeiro pilar) (B1).	
6	Colocar os suportes por cima da enchedora para subir ou descer a máquina conforme a garrafa (B2) e desapertar os parafusos de todos os pilares à volta da máquina (B3).	
7	Ligar o ficha do motor à máquina e baixar os elevadores (C1).	
8	Colocar uma garrafa do formato a ser utilizado no bico nº50. (C2).	
9	Subir os elevadores (C3).	
10	Subir ou descer a máquina para a altura exata da garrafa com auxílio da peça de ajuste de altura.	
11	Depois de colocar a máquina na devida altura, desligar ficha “C2”, apertar todas as porcas à volta da máquina (D4) e virar os suportes para fora do sítio de onde estão (D5).	
12	Colocar todas as peças de formato para a garrafa que vão utilizar.	
13	Fixar as peças de formato e baixar apoios.	
14	Rodar manivela (E1) para subir ou descer garrafa de acordo com a garrafa que vão utilizar (E2).	
15	Com uma das garrafas que vai utilizar, acertar a altura do capsulador de cápsula normal ou PO para a cravação da cápsula.	
16	Voltar a colocar a máquina em automático (E4) para início do enchimento.	

Anexo D – Checklist de ferramentas e materiais para *setup* na enchedora da L92

Enchedora

Checklist das ferramentas e material necessários para a troca de formato na ENCHEDORA

Nome da ferramenta	Imagem da ferramenta/material
Carrinho de Moldes	
Conjunto de chaves combinadas (Chave nº13, nº17, nº19, nº24)	
Conjunto de sextavada (Sextavada nº6, nº8)	
Chave de Unha	

Anexo E – IT do rearme do equipamento de deteção de metal na enchedora da L92



Rearme do Equipamento de Deteção de Metal Enchedora L92

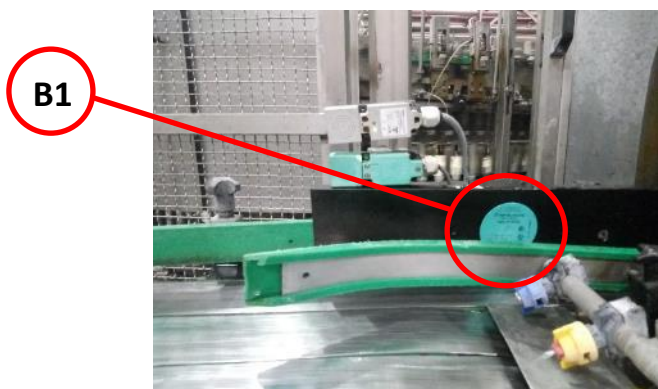
Damm

Recorde-se que deve respeitar sempre a sua Segurança e as normas de Segurança alimentar estabelecidas na Empresa.

Procedimento

- 1) Quando o alarme de DETEÇÃO METAL é ativado, a luz vermelha do botão acende (A1). Verificar todas as garrafas desde o sensor de metal (B1) até às últimas garrafas que saíram da enchedora (B2), até identificar a garrafa com corpo estranho.

SE NÃO CONSEGUIR ENCONTRAR A GARRAFA COM CORPO ESTRANHO CONTACTAR O SUPERIOR HIERÁRQUICO E A QUALIDADE!





Rearme do Equipamento de Deteção de Metal Enchedora L92

Damm

- 2) Retirar garrafa com corpo estranho.
- 3) Chamar chefe de linha.
- 4) Rearmar a deteção de metal. (**Exclusivamente CHEFE DE LINHA**)
 - Introduzir a chave no púlpito de CONFIRMAÇÃO NÃO METAL (A2).
 - Rodar o seletor para a direita (A2).
 - Rodar o seletor para a esquerda (A2).
 - Retirar a chave do púlpito de CONFIRMAÇÃO NÃO METAL (A2) (devendo a chave permanecer com o chefe de linha).

A2

Anexo F – Formulário de resolução de problemas

	FORMULÁRIO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS		Data da revisão: 06-05-2017
		REV 1	
		1/1	

RESOLUÇÃO DE PROBLEMA

Equipa:

Jorge Ferreira, Paulo Carregueiro, Michel Silva, Diogo Mendeiro.

PASSO 1: Descrição

Qual é o problema? Má rotulagem L92.

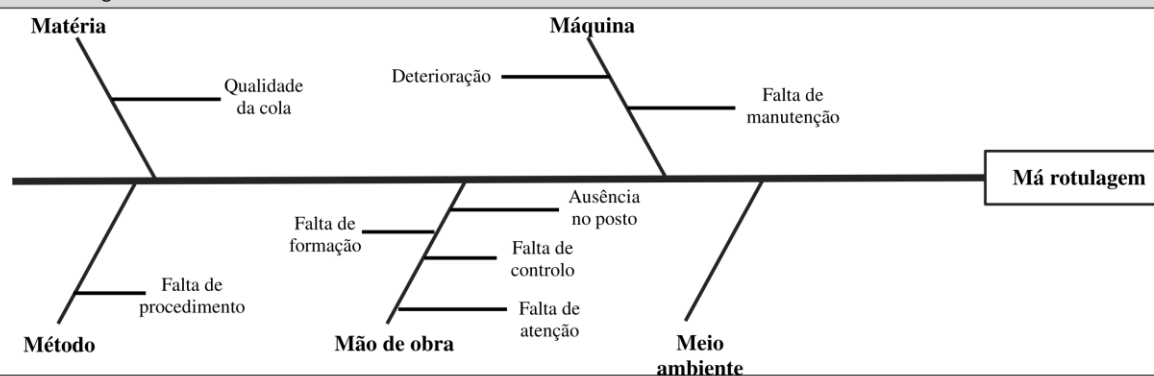
Onde acontece? Rotuladora L92.

Quando acontece? 14 e 15 de Fevereiro de 2017

Qual é a dimensão? Muito grande, reclamação que coloca em causa a qualidade do nosso produto e da marca em causa.

Qual é a tendência (melhorar, manter ou piorar)? Manter

PASSO 2: Diagrama de Ishikawa



PASSO 3: Com a ajuda do diagrama de Ishikawa anota a causa mais provável

Causa: Falta de controlo/Falta de formação

PASSO 4: Os 5 Porquês

Causa: Falta de controlo

Causa: Falta de formação

Porquês? Variabilidade nos métodos de trabalho

Porquês? Inexistência de Instrução de trabalho

Porquês? Falta de formação e informação

Porquês? Não houve preocupação em fazê-la

Porquês? Inexistência de instrução de trabalho

Porquês? Não se achou necessário

Porquês?

Porquês?

Porquês?

Porquês?

Causa Raiz:

A falta de controlo e a falta de formação permitem a existência de erros/falhas na rotulagem das garrafas.

PASSO 5: Melhoria / Solução

Aumentar o controlo por parte do operador na rotuladora, formando-o para tal, e o operador da rotulador ser fixo, permanecendo sempre no posto.

PASSO 6: Plano de ação

O que ?	Responsável	Até quando?
Operador fixo na rotuladora (permanência no posto).	Team leader	08-05-2017
Formar operador para o controlo da rotuladora e informar sobre a importância desta tarefa.	Chefe de enchimento	15-06-2017
Instrução de trabalho sobre controlo da rotuladora.	Dpto. Enchimento	08-05-2017
Criação de painel de controlo.	Dpto. Enchimento	15-06-2017

PASSO 7: Controle

Avaliar e verificar se o plano de ação foi cumprido e se a solução resolveu o problema de forma definitiva

Comentários:

Redactor: Diogo Mendeiro	Verificador:	Aprovador:
--------------------------	--------------	------------

Anexo G – Instrução de trabalho de controlo da rotulagem na rotuladora da L92



Controlo da rotulagem L92

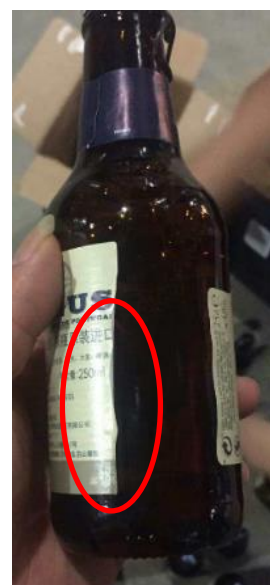
Damm

Recorde-se que deve respeitar sempre a sua Segurança e as normas de Segurança alimentar estabelecidas na Empresa.

Procedimento

O OPERADOR DESTACADO À ROTULADORA NÃO SE PODE AUSENTAR DO SEU POSTO!

1) Falta de cola nos rótulos.





Controlo da rotulagem L92

Damm

- Desobstruir rolo de cola (A1) e retirar últimas garrafas da rotuladora e à saída da mesma.

**A1**



Controlo da rotulagem L92

Damm

2) Rótulo ao contrário



- Não pode existir falta de atenção por parte do operador ao fazer a reposição dos rótulos, contra-rótulos e gargantilhas.



Controlo da rotulagem L92

Damm

3) Garrafas com mais do que um rótulo



- Limpeza das pás e retirar últimas garrafas da rotuladora e saída da mesma.